



Rita Santos
Nº 130266010

**INDÚSTRIA DE INTERIORES
AUTOMÓVEL E AERONÁUTICO
EM PORTUGAL**

Dissertação de Mestrado em Engenharia de
Produção

Novembro de 2015

À minha família.

Agradecimentos

Expresso o meu profundo agradecimento a todos aqueles que colaboraram, direta ou indiretamente, na realização deste trabalho. Ao longo desta investigação foram muitos os familiares, amigos e colegas que me apoiaram e ajudaram.

Antes de mais, um especial agradecimento à minha orientadora, Professora Aldina Soares por me ter motivado, inspirado e acompanhado durante todo este processo.

Aos meus colegas Sr. José Rodrigues, Luís Deus e Jorge Costa pela ajuda prestada.

Ao estagiário Quentin Bouyaghi pelo incentivo e auxílio prestado.

Ao Sr. Daniel Bernardino da FAURECIA, ao Sr. Carlos Silva da VISTEON, ao Sr. Daniel Correia da INAPAL PLÁSTICOS, ao Sr. Ricardo Pereira da INCOMPOL e ao Sr. Paulo Morais da AUTONEUM, os meus sinceros agradecimentos pela disponibilidade e informações prestadas.

Ao meu namorado por todo o carinho, paciência e apoio incondicional.

À minha família por todo o apoio e motivação dada.

Resumo

O presente trabalho tem como objetivos analisar de que forma se pode transpor as tecnologias de interiores da indústria automóvel para aeronáutica e vice-versa, investigar qual o motivo das empresas de fornecimento de componentes de interiores para automóveis não fornecerem também o setor aeronáutico e analisar e refletir se é possível e qual as vantagens de criar um *cluster* nacional de fornecimento destes componentes que englobe as duas indústrias. Este estudo pretende fornecer às empresas nacionais de fabrico de componentes de interiores elementos de ponderação que as ajude a refletir sobre o seu posicionamento futuro na complexa cadeia de valor que caracteriza estas duas indústrias. O estudo foi desenvolvido através de uma análise documental, visitas a empresas com a realização de um questionário para recolha de dados e foi igualmente desenvolvida uma análise *backcasting* de forma a ter-se uma visão das ações necessárias para atingir os objetivos.

Palavras-chave: Tecnologias, Interiores, Automóvel, Aeronáutica, Cluster, Fornecimento de Componentes

Abstract

This master's degree project aims to analyse how we can transpose the automotive interior technologies for aeronautics and vice versa, investigate why the companies that supply automotive interior components don't supply also the aeronautical sector and check if it is possible and what are the advantages of creating a national cluster to supply both industries. This project provides to the companies that manufacture interior components operating in the Portuguese market elements that help on their future positioning in the complex value chain that features both industries. The study was developed through a documental analysis, visits to interior manufacturing companies with the completion of a questionnaire for data collection, a backcasting analysis was also developed in order to obtain a vision of the actions necessary to achieve the objectives.

Keywords: Technology, Interiors, Automobile, Aeronautics, Cluster, Supply of Components

Índice

Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice	vii
Lista de Figuras	xii
Lista de Tabelas.....	xvii
Lista de Siglas e Acrónimos.....	xviii
Capítulo 1 - Introdução	1
1.1. Introdução Geral	1
1.2. Caracterização e Relevância do Problema.....	3
1.3. Objetivo e Âmbito da Dissertação.....	4
1.5. Estrutura da Dissertação.....	5
PARTE I - Enquadramento Teórico.....	6
Capítulo 2 - Indústria Automóvel	7
2.1. Introdução.....	7
2.2. A Indústria Automóvel na Europa.....	7
2.3. Pressões globais.....	8
2.4. Cadeia de Fornecimento	9
2.5. A Importância do Papel dos Fornecedores.....	11
2.7. As Estratégias dos OEM.....	16
2.8. Relação entre Fornecedores e Clientes	17
2.9. A Indústria Automóvel em Portugal.....	18
2.9.1. <i>Perspetiva Histórica.....</i>	<i>18</i>
2.9.2. <i>Caraterização do Setor de Componentes em Portugal.....</i>	<i>19</i>
2.9.3. <i>Dados-Chave da Indústria Portuguesa de Componentes.....</i>	<i>20</i>
2.10. O Cluster Automóvel em Portugal.....	22
2.11. Súmula Conclusiva.....	24
Capítulo 3 - Indústria Aeronáutica	25
3.1. Introdução.....	25
3.2. Generalidades	25
3.3. A Indústria Aeronáutica na Europa.....	28
3.3.1. <i>Indústria Aeronáutica em França.....</i>	<i>28</i>
3.3.2. <i>Indústria Aeronáutica em Espanha.....</i>	<i>28</i>

3.3.3.	<i>Indústria Aeronáutica na Alemanha.....</i>	28
3.3.4.	<i>Indústria Aeronáutica no Reino Unido.....</i>	29
3.3.5.	<i>Indústria Aeronáutica em Itália.....</i>	29
3.4.	Cadeia de Fornecimento	29
3.5.	A Importância das PME.....	31
3.6.	Especialização no Produto vs Tecnologia	33
3.7.	Critérios de Seleção de Fornecedores.....	34
3.7.1.	<i>Visão para a Decisão.....</i>	34
3.7.2.	<i>Organização.....</i>	37
3.8.	A Indústria Aeronáutica em Portugal	38
3.8.1.	<i>Distribuição Geográfica.....</i>	39
3.8.2.	<i>Perspetivas de Futuro.....</i>	41
3.8.3.	<i>Estrutura da Indústria Aeronáutica Portuguesa.....</i>	41
3.9.	O Cluster Aeronáutico em Portugal	42
3.10.	Súmula Conclusiva.....	43
Capítulo 4 – Desenvolvimento de um Produto.....		45
4.1.	Introdução.....	45
4.2.	Processo de Desenvolvimento de um Produto.....	45
4.3.	Fases do Processo de Desenvolvimento de um Produto	46
4.4.	Desempenho do Processo de Desenvolvimento de um Produto	47
4.5.	Ciclo de Vida do Projeto e do Produto	48
4.6.	Processo de Gestão de Projetos.....	50
4.7.	Processo de Desenvolvimento desde o Caderno de Encargos até à Peça Final	52
4.8.	Súmula Conclusiva.....	56
Capítulo 5 – Componentes de Interior.....		57
5.1.	Introdução.....	57
5.2.	Componentes de Interior de um Automóvel	57
5.2.1.	<i>Definições.....</i>	57
5.2.2.	<i>Fornecimento de Componentes de Interior.....</i>	59
5.2.3.	<i>Modularização e Funcionalidade.....</i>	60
5.2.4.	<i>Identificação e Caracterização dos Módulos.....</i>	60
5.3.	Componentes de Interior de um Avião	65
5.3.1.	<i>Configuração do Interior de um Avião Comercial.....</i>	65
5.3.2.	<i>Configuração do Assento de Passageiro.....</i>	68
5.3.3.	<i>Caracterização dos Componentes de Interior</i>	73

5.3.4.	<i>Personalização do Interior da Cabine de Passageiros.....</i>	75
5.4.	Súmula Conclusiva.....	75
Capítulo 6 – Segurança, Ergonomia, Conforto e Design.....		77
6.1.	Introdução.....	77
6.2.	O Automóvel.....	77
6.2.1.	<i>Conforto.....</i>	78
6.2.2.	<i>Ergonomia e Segurança.....</i>	79
6.2.3.	<i>Design.....</i>	80
6.3.	O Avião	82
6.3.1.	<i>Conforto.....</i>	82
6.3.2.	<i>Evolução das Cabines de Passageiros</i>	83
6.3.3.	<i>Assentos de Classe Económica.....</i>	85
6.3.4.	<i>Imposições aos Fabricantes.....</i>	88
6.3.5.	<i>Inovação.....</i>	88
6.3.6.	<i>Segurança</i>	91
6.3.7.	<i>Engenharia e Design de Interiores</i>	92
6.4.	Súmula Conclusiva.....	95
Capítulo 7 – Materiais Aplicados aos Interiores.....		97
7.1.	Introdução.....	97
7.2.	Generalidades	97
7.3.	Processo de Desenvolvimento do Produto.....	98
7.4.	Classificação dos Materiais.....	100
7.4.1.	<i>Materiais Compósitos.....</i>	100
7.4.2.	<i>Compósitos de Matriz Polimérica.....</i>	101
7.4.3.	<i>Fibras de Reforço para Compósitos</i>	101
7.4.4.	<i>Resinas Poliméricas em Compósitos.....</i>	110
7.4.5.	<i>Material do Futuro.....</i>	112
7.5.	Materiais Aplicados no Interior de um Automóvel	113
7.5.1.	<i>Generalidades</i>	113
7.5.2.	<i>Classificação dos Materiais.....</i>	114
7.5.3.	<i>Seleção e Aplicação de Materiais</i>	118
7.5.4.	<i>Requisitos dos Materiais na Indústria Automóvel.....</i>	119
7.5.5.	<i>Sustentabilidade e Reciclabilidade.....</i>	120
7.5.6.	<i>A Influência das Propriedades dos Materiais</i>	121
7.6.	Materiais Aplicados no Interior de um Avião	122

7.6.1.	<i>Generalidades</i>	122
7.6.2.	<i>Interior de Aviação Comerciais Executivos</i>	123
7.6.3.	<i>Regulamentações de Segurança Contra Incêndios</i>	125
7.6.4.	<i>Seleção de Materiais e Processos</i>	127
7.7.	Projetos em Portugal	129
7.8.	Súmula Conclusiva	131
Capítulo 8 – Tecnologias de Fabricação de Componentes		133
8.1.	Introdução.....	133
8.2.	Generalidades	133
8.3.	Classificação das Tecnologias para Interiores	134
8.4.	Tendências das Tecnologias para Interiores.....	136
8.5.	Tecnologias de Fabrico de Polímeros.....	138
8.5.1.	<i>Moldagem por Injeção</i>	139
8.5.2.	<i>Moldagem por Bi-injeção</i>	141
8.5.3.	<i>Extrusão</i>	142
8.5.4.	<i>Termoformação</i>	143
8.5.5.	<i>Rotomoldação</i>	145
8.5.6.	<i>Moldagem por Compressão – SMC e GMT</i>	148
8.6.	Processos Tecnológicos de Fabrico para Compósitos	149
8.7.	Tecnologias Aplicadas nos Componentes de Interiores.....	150
8.8.	Súmula Conclusiva	151
PARTE II - Análise Prática		153
Capítulo 9 – Apresentação e Análise de Resultados		154
9.1.	Introdução.....	154
9.2.	Cruzamento das Duas Indústrias	154
9.3.	Análise de Resultados	155
9.3.1.	<i>Questionário</i>	155
9.3.2.	<i>Caracterização da Amostra</i>	156
9.3.3.	<i>Análise dos Dados do Questionário</i>	160
9.4.	Análise Metodológica.....	165
9.4.1.	<i>Criação de um Cluster</i>	165
9.4.2.	<i>Análise Cronológica</i>	168
9.5.	Conclusões Finais	171
Bibliografia		174
Anexo I – Questionário		1

Anexo II – Tendências de Interiores de Automóveis: Salão Automóvel e Veículo Ecológico 2015.....	4
---	----------

Lista de Figuras

Figura 2. 1 - Expetativas globais dos clientes [3]	8
Figura 2. 2 - Pressões Globais sobre a Indústria Automóvel (figura retirada de [4]).....	9
Figura 2. 3 - Cadeia de Fornecimento da Indústria Automóvel [3]	11
Figura 2. 4 - Importância Crescente dos Fornecedores na Engenharia [6].....	12
Figura 2. 5 - As Responsabilidades e Competências dos Fornecedores [4].....	14
Figura 2. 6 - A importância da indústria de componentes para automóveis na economia Portuguesa [8]	21
Figura 2. 7 - Evolução do Volume de Negócios e das Exportações [8].....	21
Figura 2. 8 - Evolução do Volume de Negócios e das Exportações [8].....	22
Figura 2. 9 - O Cluster Automóvel em Portugal [3].....	23
Figura 3. 1 - Ilustração da transversalidade da indústria aeronáutica [10].....	27
Figura 3. 2 - Acesso ao mercado aeronáutico [14].....	27
Figura 3. 3 - Organização típica da cadeia de fornecimento na indústria aeronáutica [13].....	30
Figura 3. 4 – A cadeia de fornecimento aeronáutico [15]	30
Figura 3. 5 - Evolução da organização da cadeia logística na indústria aeronáutica [13].....	32
Figura 3. 6 - Cadeia de Valor - Fabricação Aeronáutica [14].....	33
Figura 3. 7 - Interesse do fornecedor na indústria aeronáutica [14]	34
Figura 3. 8 - Sistema normativo de gestão e capacidade de <i>design</i> do fornecedor (AS9100=EN9100) [14].....	35
Figura 3. 9 - Capacidade tecnológica e necessidade de subcontratação do fornecedor [14].....	36
Figura 3. 10 - Investimento na certificação de fornecedores [14].....	37
Figura 3. 11 - Principais razões para a desproporção dos volumes de negócio entre o setor aeronáutico nacional e o europeu [10].....	39
Figura 3. 12 - Distribuição do número de empresas ligadas ao ramo da aeronáutica [10].....	39
Figura 3. 13 - Percentagem do volume de negócios que é gerado pela indústria aeronáutica portuguesa [10]	40
Figura 3. 14 - Volume de negócios da produção especializada de pequenos conjuntos de peças [10]	40

Figura 4. 1 - Fases do desenvolvimento de produtos [17]	47
Figura 4. 2 - Relação entre o ciclo de vida do produto e o ciclo de vida do projeto [17].....	48
Figura 4. 3 - Nível típico de custo e pessoal durante o ciclo de vida do projeto [17].....	48
Figura 4. 4 - Atividades cíclicas no desenvolvimento de produto [18].....	49
Figura 4. 5 - Desenvolvimento de produto posterior à concepção [19].....	49
Figura 4. 6 - Fluxo informação no gabinete de engenharia [18].....	52
Figura 4. 7 - Fase de cotação de propostas [18].....	53
Figura 4. 8 - Fase de desenvolvimento [18].....	54
Figura 4. 9 - Exequibilidade do produto [18].....	55
Figura 5. 1 – The new MINI [21].....	57
Figura 5. 2 - Audi Nanuk quattro Concept – Esboço do design interior [21].....	58
Figura 5. 3 - 2015 Smart Fortwo [21].....	58
Figura 5. 4 - BMW interior [21].....	59
Figura 5. 5 - Funções do interior de atribuídas aos módulos [1]	60
Figura 5. 6 - Painel de porta [21].....	61
Figura 5. 7 - Honda HR-V - Interior Design Sketch Render [21]	62
Figura 5. 8 - Conceito de assento flexível para uma melhor proteção dos ocupantes [22].....	63
Figura 5. 9 - Tapete de chão [21].....	64
Figura 5. 10 - Teto de um automóvel [21].....	64
Figura 5. 11 - Corte de um Airbus A300 [23].....	65
Figura 5. 12 - O Airbus A380 é o maior e mais largo dos aviões de passageiros [23].....	65
Figura 5. 13 - Interior de um Airbus A320 [24].....	66
Figura 5. 14 - Boeing 757 - Avião <i>narrow-body</i> de médio curso [24]	66
Figura 5. 15 - Interior do ATR-42 na configuração 2-2 [25].....	67
Figura 5. 16 - Avião regional Bombardier CRJ200 [25].....	67
Figura 5. 17 - Interior Embraer <i>Lineage</i> 1000 [26].....	67
Figura 5. 18 - AIRgo FX - Twin Aisle Aircraft [28].....	68
Figura 5. 19 - Z300 - Twin Aisle Aircraft [28].....	68
Figura 5. 20 - 5751 - Twin Aisle Aircraft [28]	68
Figura 5. 21 - Z100 - Single Aisle Aircraft [28].....	69
Figura 5. 22 - Dragonfly - Single Aisle Aircraft [28].....	69

Figura 5. 23 - 5600 - Single Aisle Aircraft [28].....	69
Figura 5. 24 - Slim+ - Regional Aircraft [28].....	69
Figura 5. 25 - 5810 - Twin Aisle Aircraft [28].....	70
Figura 5. 26 - AIRgo FX premium - Twin Aisle Aircraft [28].....	70
Figura 5. 27 - Aura lite - Twin Aisle Aircraft [28].....	70
Figura 5. 28 - Vantage II - Twin Aisle Aircraft [28].....	71
Figura 5. 29 - SKYlounge III - Twin Aisle Aircraft [28].....	71
Figura 5. 30 - Cirrus - Twin Aisle Aircraft [28].....	71
Figura 5. 31 - Aries - Twin Aisle Aircraft [28].....	71
Figura 5. 32 - 6810 - Single Aisle Aircraft [28].....	72
Figura 5. 33 - Close Comfort II - Regional Aircraft [28].....	72
Figura 5. 34 - Venus - Twin Aisle Aircraft [28].....	72
Figura 5. 35 - Compartimento de Bagagem [31].....	73
Figura 5. 36 - Assento de classe executiva Boeing 747-400 [31].....	74
Figura 5. 37 - PSU de um Boeing 737 [31].....	74
Figura 5. 38 - Painéis laterais [21].....	74
Figura 6. 1 - Citroën DS3 by Kenzo [36].....	81
Figura 6. 2 - Uma questão de economia [39].....	83
Figura 6. 3 - Seat pitch [37].....	84
Figura 6. 4 - Parâmetros para o projeto de assentos para aviões [37].....	84
Figura 6. 5 - Demonstração gráfica do seat pitch [40].....	85
Figura 6. 6 - Representação gráfica das distâncias mínimas regulamentadas pela AN64 [40].....	86
Figura 6. 7 - Representação do aumento da dimensão A da AN64 através da redução da espessura do encosto [40].....	86
Figura 6. 8 - Diferença entre o número de passageiros num A320 equipado com assentos convencionais e novos assentos [41].....	87
Figura 6. 9 - Comparação de larguras dos assentos de aviões comerciais [42].....	88
Figura 6. 10 - Sistema de almofadas de ar da Longhaul Technologies [43].....	89
Figura 6. 11 - Assento “SkyRider” [40].....	90
Figura 6. 12 - Assento alto de avião [39].....	90
Figura 6. 13 - Assento do futuro [44].....	91
Figura 6. 14 - Organograma do Departamento de Engenharia de Interiores da Embraer [38].....	92
Figura 6. 15 - Organograma do Embraer <i>Design Studio</i> [38].....	92

Figura 6. 16 - Mapa de relacionamento entre as equipas do Embraer <i>Design Studio</i> e outras áreas [38]	92
Figura 6. 17 - O processo de conceção de produto realizado pela equipa de produto [38]	93
Figura 7. 1 - Diagrama de desenvolvimento de produto [46].....	99
Figura 7. 2 - Ordenamento dos dados requeridos pelo designer industrial para o processo de seleção de materiais [46]	99
Figura 7. 3 - Classificação das fibras [48].....	102
Figura 7. 4 - Fibra de vidro [50].....	102
Figura 7. 5 - Reforço com fibras de carbono em chapa e tecido [51].....	103
Figura 7. 6 - Tecido de Kevlar [52]	104
Figura 7. 7 - Classificação das fibras vegetais [48]	106
Figura 7. 8 - Configurações da fibra de cânhamo [54]	107
Figura 7. 9 - Configurações da fibra de juta [54]	107
Figura 7. 10 - Configurações da fibra de kenaf [54].....	108
Figura 7. 11 - Configurações da fibra de sisal [54].....	108
Figura 7. 12 - Configurações da fibra de curauá [55].....	109
Figura 7. 13 - Configurações da fibra de coco [54].....	109
Figura 7. 14 - Configurações da cortiça [56]	110
Figura 7. 15 – Leveza do material Microlattice [58]	112
Figura 7. 16 - Dureza do material Microlattice [58].....	113
Figura 7. 17 - Diagrama percentual dos materiais aplicados na fabricação de um automóvel [62].....	115
Figura 7. 18 - Diferença de performance face ao embate numa porta [63].....	117
Figura 7. 19 - Utilização dos materiais em funções [1].....	119
Figura 7. 20 - Ciclo de vida do automóvel [64]	119
Figura 7. 21 - Componente de espuma PU com estrutura de arame [65]	120
Figura 7. 22 - Evolução do componente com espuma PEE com estrutura de arame [65]	121
Figura 7. 23 – Otimização do componente com espuma EPP e estrutura plástica [65].....	121
Figura 7. 24 - Cinco domínios das experiências somáticas [62]	122
Figura 7. 25 – Interior de um avião executivo [66].....	123
Figura 7. 26 - Construções típicas de painéis na confeção de componentes de interiores (figura retirada de [66]).....	125
Figura 7. 27 - Componentes com cortiça [67].....	130

Figura 7. 28 - Projeto LIFE [68].	131
Figura 8. 1 - Classificação das tecnologias com exemplos por tipo de material processado [1].	135
Figura 8. 2 - Relação entre tendências de materiais e tecnologias [1].	137
Figura 8. 3 - Materiais e tecnologias para o painel de instrumentos [1]	137
Figura 8. 4 - Máquina de moldagem por injeção [48].	140
Figura 8. 5 - Ciclo de Moldagem [74].	140
Figura 8. 6 - Molde bi-material com 2 unidades de injeção [75].	141
Figura 8. 7 - Molde bi-material com rotação [75].	141
Figura 8. 8 - Equipamento de extrusão [54].	143
Figura 8. 9 - Linha de extrusão [54].	143
Figura 8. 10 - Termoformação a vácuo com molde negativo [69]	144
Figura 8. 11 - Termoformação a vácuo com molde negativo [69]	145
Figura 8. 12 – Rotomoldação [75].	146
Figura 8. 13 - Mantas SMC [54].	148
Figura 8. 14 - Moldagem por compressão SMC [54]	148
Figura 9. 1 – Método Backcasting [78].	165
Figura 9. 2 - Identificação e avaliação das questões problemáticas [79].	166

Lista de Tabelas

Tabela 6. 1 - As dimensões mínimas da AN64 [40]	85
Tabela 7. 1 - Propriedades mecânicas de fibras vegetais e artificiais [47]	106
Tabela 7. 2 - Propriedades mecânicas de fibras vegetais [54]	106
Tabela 7. 3 - Resinas utilizadas na fabricação de compósitos [57]	111
Tabela 7. 4 - Propriedades de algumas resinas termoendurecíveis [54]	111
Tabela 7. 5 - Propriedades de algumas resinas termoplásticas [54]	112
Tabela 7. 6 - Vantagens e desvantagens da utilização de plásticos em automóveis [61]	114
Tabela 7. 7 - Tipos de polímeros, as suas propriedades e componentes produzidos [62]	115
Tabela 7. 8 - Influências das propriedades dos materiais (figura retirada de [62])	122
Tabela 7. 9 - Materiais utilizados e suas aplicações em aviões executivos (figura retirada de [66])	124
Tabela 7. 10 - Ensaio de inflamabilidade, libertação de calor, emissão de fumo e toxicidade [66]	126
Tabela 7. 11 - Metodologias de seleção de materiais [66]	127
Tabela 8. 1 - Vantagens e desvantagens dos moldes de bi-material [75]	142
Tabela 8. 2 - Vantagens e desvantagens dos processos de fabrico de compósitos (tabela retirada de [72])	149
Tabela 8. 3 - Tecnologias mais comuns nos principais módulos de interiores (tabela retirada de [1])	150
Tabela 9. 1 - Principais empresas fornecedoras de componentes de interiores em Portugal	157

Lista de Siglas e Acrónimos

ABS	<i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i> (Acrilonitrilo Butadieno Estireno)
AEC	<i>Association Européenne des Constructeurs de Matériel Aérospatial</i>
AFRA	<i>Aircraft Fleet Recycling Association</i>
AN64	<i>Airworthiness Directive 64</i>
ATL	<i>Automated Tape Laying</i>
ATR	<i>Avions de Transport Régional</i>
BAE	<i>British Aerospace</i>
CAA	<i>Civil Aviation Authority</i>
CEIIA	Centro para a Excelência e Inovação na Indústria Automóvel
D-LT	Termoplásticos diretos de fibra de vidro longa
EADS	<i>European Aeronautic Defence and Space Company</i>
EASA	<i>European Aviation Safety Agency</i>
EPP	Polipropileno Expandido
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
FAI	<i>First Article Inspection</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>
G-LT	Granulado termoplástico de fibra de vidro longa
GMT	<i>Glass Mat-reinforced Thermoplastics</i>
HIC	<i>Head Injury Criteria</i>
I&D	Investigação e Desenvolvimento
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
IMD	<i>In Mould Decoration</i>
LFT	<i>Long Fiber Thermoplastic</i>
M&E	Manutenção e Engenharia
OEM	<i>Original Equipment Manufacturer</i>
PA	Poliamida (Nylon)
PA66	Poliamida 66
PAMELA	<i>Process for Advanced Management of End of Life Aircraft</i>
PC	Policarbonato
PIB	Produto Interno Bruto
PIEP	Pólo de Engenharia e Inovação de Polímeros

PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PME	Pequena e Média Empresa
PMH	Tecnologia Híbrida Plástico-Metal
PMMA	Polimetil Metacrilato (Acrílico)
PP	Polipropileno
PSU	<i>Passenger Service Units</i>
PU	Poliuretano
PVC	Policloreto de Vinilo
RIM	<i>Reaction Injection Moulding</i>
SMC	<i>Sheet Moulding Compound</i>
SRIM	<i>Structural Reaction Injection Moulding</i>
SRP	<i>Seat Reference Point</i>
TICE	Tecnologias de Informação, Comunicação e Eletrónica
TPO	Polioléfina Termoplástica
TPU	Poliuretano Termoplástico
USD	<i>United States Dollar</i>
VFV	Veículos em Fim de Vida

Capítulo 1 - Introdução

1.1. Introdução Geral

Na conjuntura atual da indústria automóvel, tal como na indústria aeronáutica, todas as tendências são condicionadas por duas motivações principais:

- Expandir o número de clientes;
- Reduzir os custos.

De um modo geral, a necessidade de ir ao encontro às expectativas dos clientes existentes e de procurar atrair novos clientes tem vindo a fazer aumentar a oferta das características do automóvel e do avião nomeadamente dos seus níveis de segurança, desempenho e valor acrescentado. A redução de custos do produto final baseia-se na procura de novas e melhores soluções de *design*, em materiais, tecnologia e organização industrial e comercial. ¹

A cadeia de fornecimento de componentes que vigora na indústria automóvel é diferente do da indústria aeronáutica. O fornecimento de componentes no setor automóvel é em rede (fornecedores de 1.ª, 2.ª e 3.ª linha) e de tipo central liderada por um pequeno número de OEM (*Original Equipment Manufacturers*). No caso do setor aeronáutico, a cadeia de fornecimento é estruturada em forma de pirâmide onde no topo se encontra o OEM e no fundo os fornecedores da 1.ª à 5.ª linha.

A definição de interior pode ser compreendida como o que pode ser visto dentro de um automóvel e de um avião e que tem como função a segurança e o conforto dos utilizadores.

Tendo como base nas motivações indicadas, as marcas têm definido os seus objetivos e estratégias que influenciam as tendências. As principais motivações e objetivos definidos para os interiores são: ¹

- ✓ Mercado – conforto (ergonomia, térmico, acústico, olfativo, vibração);
- ✓ Estilo – integração do interior, estética, customização e novas funções;
- ✓ *Speed to market* – mais ofertas e mais rápidas;
- ✓ Custos/Benefícios – materiais de menor custo, otimização de processos ou novas tecnologias, novas funcionalidades;
- ✓ Legislação – segurança, redução de peso, toxicidade dos materiais, reciclabilidade, ambiente interior.

¹ Camacho, José Ferreira; Ferrão, Paulo Cadete; Rodrigues, Cruz/Bago d'Uva; “**A Indústria Automóvel Portuguesa – Explorar o Desafio dos Auto Interiores**”, CEIIA, INAUTO, 2004

Os interiores estão associados a um conjunto de funções motivadas por três grupos de requisitos: ¹

- Disposições legais (segurança, saúde, ambiente);
- Satisfação das necessidades do consumidor (estética, conforto, variabilidade);
- Requisitos de fabrico e funcionamento (dimensões, resistência dos materiais, *design* do produto).

Algumas funções são críticas porque condicionam o seu funcionamento, umas são limitadas pela legislação e outras são apenas requisitos desejáveis. ¹

Tem-se vindo a assistir a uma procura crescente, por parte dos consumidores, de novas funcionalidades, fruto de fatores maioritariamente socioculturais e tecnológicos. Esta solicitação é alimentada por uma constante evolução tecnológica, nomeadamente das tecnologias de informação e comunicação. Neste conjunto, identificam-se novas funções como: ¹

- Permitir comunicação com o exterior;
- Permitir continuar a trabalhar ou divertir-se;
- Versatilidade para outras utilizações;
- Espaço diferenciador.

Os fabricantes têm optado pela produção dos interiores através do conjunto de módulos (painel de porta, painel de instrumentos, bancos, etc.), integrados para que o utilizador não se aperceba desta particularidade de fabricação. Todas as funções conferidas ao interior são repartidas pelos módulos para os quais são definidos objetivos concretos quanto aos níveis de satisfação das funções, sendo que estes objetivos influenciam a seleção de materiais e tecnologias. A tendência para a modularização é crescente. Os constrangimentos observam-se quer ao nível de coerência estética, quer ao nível de aspetos mais permanentes tais como a segurança, ergonomia e funcionalidade. Este facto obriga a um desenvolvimento conjunto de módulos para o respetivo modelo. ¹

Para além dos requisitos críticos funcionais que se encontram associados a aspetos técnicos, definem-se cada vez mais os requisitos desejáveis ou adicionais, mais associados a emoções e a valores. Estes novos requisitos procuram ir de encontro às expectativas dos utilizadores e desta forma explorar novas necessidades do mercado. A análise dos requisitos críticos e adicionais dos diferentes módulos contribuem para as funções do interior no seu todo e para as potencialidades da sua evolução no futuro. ¹

Os métodos atuais de fabricação apontam para a utilização de uma maior diversidade de materiais simples, obtendo-se reduções de custos pela produção especializada e de elevadas quantidades, havendo espaço para a otimização das tecnologias de

processamento de cada material. As expectativas sobre o resultado final de um interior têm vindo a evoluir no sentido de uma crescente procura de mobilidade, conectividade, versatilidade, consciência ambiental, mesmo em segmentos de gamas inferiores. Para as tendências de evolução das tecnologias prevê-se de um modo geral: ¹

- A otimização da tecnologia de cada material e função;
- A redução das etapas de fabrico dos produtos;
- Tecnologias integradoras de vários materiais.

Algumas combinações de tecnologias e materiais vão ter um papel determinante no futuro por permitirem obter novas propriedades nos produtos. ¹

1.2. Caracterização e Relevância do Problema

Como a indústria automóvel nacional tem um peso considerável na economia (correlação positiva com o crescimento do PIB nacional) e o seu desenvolvimento nas recentes décadas tem sido condicionado por políticas industriais e comerciais, ou partilham conhecimentos com setores igualmente avançados tecnologicamente ou a sobrevivência do *cluster* português está ameaçada.

A política industrial nacional deve encontrar a oportunidade para o seu desenvolvimento e crescimento se apostar numa elevada intensidade tecnológica, isto é, deve dar um salto na indústria aeronáutica e arrastar o setor automóvel para cadeias de valor acrescentado.

O modo como a indústria nacional conseguirá criar novas cadeias de fornecimento de componentes poderá ser induzida por uma dinâmica de *clusterização* através de alianças estratégicas com parceiros internacionais em torno de projetos atrativos de dimensão global.

A constituição de um *cluster* nacional capaz de atrair investimento e riqueza no setor aeronáutico, possibilitando a partilha de competências com o setor automóvel, concretiza uma política fundamental para o desenvolvimento de Portugal.

Apesar das diferenças de volume e escala entre a indústria automóvel e a aeronáutica, a produtividade e eficiência alcançadas no fabrico de componentes de automóveis em território nacional podem servir de modelo para a fabricação de componentes de aviões.

1.3. Objetivo e Âmbito da Dissertação

O objetivo principal desta dissertação é procurar responder às seguintes questões:

- ✓ De que forma se pode transpor as tecnologias de interiores da indústria automóvel para aeronáutica e vice-versa?
- ✓ Qual o motivo das empresas de fornecimento de componentes de interiores para automóveis não fornecerem também o setor aeronáutico?
- ✓ É possível criar um *cluster* nacional de fornecimento de componentes de interiores que englobe as duas indústrias?

Incluí também a análise da evolução recente dos processos tecnológicos de interiores que vão desde o projeto, ao fabrico e ao teste/validação.

O estudo aplica-se à indústria de interiores de automóvel e aeronáutica instalada em Portugal. Os interiores incluem todo o interior do automóvel (exceto parte elétrica e eletrónica) e a cabine de passageiros do interior de um avião (não inclui a cabine das hospedeiras nem a cabine dos pilotos).

O objetivo consiste em fornecer às empresas nacionais de fabrico de componentes interiores elementos de ponderação que as ajude a refletir sobre o seu posicionamento futuro na complexa cadeia de valor que caracteriza estas indústrias.

1.4. Metodologia

A metodologia que será utilizada nesta dissertação basear-se-á:

- Numa análise bibliográfica sobre o estado de arte da indústria automóvel e aeronáutica em geral e em Portugal em particular, com maior ênfase na indústria de fornecimento de componentes nomeadamente de interiores;
- Numa análise bibliográfica sobre o desenvolvimento colaborativo do produto, a adoção de plataformas comuns de produção, os sistemas de fornecimento, gestão da produção e seleção de fornecedores utilizados em ambas as indústrias;
- Numa pesquisa bibliográfica sobre o conceito de interior de um automóvel e de um avião e aspetos como a segurança, conforto, ergonomia e design dos respetivos componentes;
- Numa pesquisa bibliográfica sobre a convergência e integração tecnológica no caso dos materiais e tecnologias de fabricação utilizados em ambas as indústrias;
- Numa investigação prática fundamentada em:

- **Análise documental** - pesquisa na Internet, revistas, jornais, livros e dissertações;
 - **Num questionário** - abordagem à recolha de dados de empresas fornecedores de componentes de ambas as indústrias;
 - **Visitas às empresas** - entrevistas sobre aspetos inerentes ao tema.
- Desenvolvimento de uma análise utilizando o método *backcasting*, onde a condição desejada será criar um *cluster* nacional de fornecimento de componentes de interiores que englobe a indústria automóvel e aeronáutica.

1.5. Estrutura da Dissertação

O presente trabalho de investigação encontra-se dividido em duas partes: na primeira, o enquadramento teórico, é estudado e analisado os pontos de vista de diferentes autores relativamente ao objetivo do estudo; na segunda parte, a análise prática, é estudado uma aplicação prática do objetivo de estudo.

O 1.º capítulo apresenta o enquadramento geral, os principais objetivos, questões de investigação e a metodologia utilizada no trabalho.

O 2.º capítulo procurará mostrar o quadro geral do panorama atual da indústria automóvel com maior ênfase na indústria de fornecimento de componentes para o automóvel nomeadamente de interiores.

O 3.º capítulo procurará, de igual modo, expor o panorama atual da indústria aeronáutica com maior ênfase na indústria de fornecimento de componentes aeronáuticos.

O 4.º capítulo pretenderá dar uma visão que o processo de desenvolvimento de um componente, desde a receção da documentação do cliente ao produto final tanto na indústria automóvel, como na indústria aeronáutica é idêntico.

O 5.º capítulo procurará sistematizar informações sobre os componentes de interior de um automóvel (exceto parte elétrica e eletrónica) e de um avião comercial (cabine de passageiros).

O 6.º capítulo mostrará a importância de aspetos como a segurança, a ergonomia, o conforto e o *design* no desenvolvimento de interiores na indústria automóvel e aeronáutica.

O 7.º capítulo tem como objetivo mostrar a importância do papel dos materiais no fabrico de componentes de interiores aplicados em automóveis e aviões.

O 8.º capítulo pretenderá mostrar que as tecnologias existentes para a fabricação componentes de interior para ambas as indústrias são similares.

O 9.º capítulo apresentará a análise dos resultados obtidos da investigação prática e as respetivas conclusões finais.

PARTE I

Enquadramento Teórico

Capítulo 2 - Indústria Automóvel

2.1. Introdução

O presente capítulo surge como um enquadramento teórico suportado por uma pesquisa bibliográfica cujo tema é a indústria automóvel com maior ênfase na indústria de fornecimento de componentes nomeadamente de interiores.

Este capítulo pretende mostrar como se encontra a indústria automóvel na Europa em geral e em Portugal em particular.

Aborda a organização da cadeia de valor e fornecimento automóvel, a importância e os critérios de seleção dos fornecedores de componentes e as relações entre clientes e fornecedores.

Assim, esta análise permitirá uma visão global do estado deste setor retratando o panorama da indústria de componentes e o *cluster* automóvel em Portugal.

2.2. A Indústria Automóvel na Europa

A indústria automóvel europeia (abrangendo fabricantes de automóveis, cadeia de abastecimento e serviços pós-venda) é fundamental para a prosperidade da Europa por ser a maior produtora mundial de veículos a motor. É a maior investidora na Europa em I&D (Investigação e Desenvolvimento) anualmente, a maior empregadora de pessoal qualificado, uma impulsionadora fundamental do conhecimento e da inovação e é líder no desenvolvimento de tecnologias de performance ambiental e de segurança.²

Sendo um setor muito sensível às flutuações da economia pois depende da venda de bens sujeitos às expectativas dos consumidores, ostenta uma estrutura caracteristicamente oligopolística com um número limitado de grandes empresas a nível mundial. Como forma de garantir uma presença globalizada e com o objetivo de aumentar a sua dimensão, são frequentes fusões, aquisições e alianças estratégicas.²

Nos últimos anos, em resultado da crise internacional, tem sido pouco propício o crescimento desta indústria na Europa devido a uma concorrência internacional cada vez mais forte e a uma procura interna insuficiente para escoar a quantidade produzida, o que levou a encerramentos e relocalizações de fábricas. Mercados emergentes (China, Índia, etc...) têm vindo a ganhar destaque em termos de produção e consumo, o que resulta na alteração da cadeia de valor deste setor.²

² ENEI 2014-2020; “*Diagnóstico de Apoio às Jornadas de Reflexão Estratégica, Eixo temático 3 – Automóvel, Aeronáutica e Espaço*”, Documento de Trabalho N.º2

Para garantir que se mantém a produção em território europeu é de extrema importância uma aposta da indústria automóvel na I&D e na inovação que contribuem como elementos de diferenciação cada vez mais valorizados pelos consumidores considerando os seguintes aspetos: ²

- Tirar partido das capacidades instaladas;
- Colocar-se na vanguarda do desenvolvimento tecnológico;
- Introduzir elementos de qualidade e eficiência energética nos automóveis;
- Respeitar o ambiente;
- Melhorar as condições de segurança.

2.3. Pressões globais

A indústria automóvel atualmente é um setor que terá de reencontrar novos rumos. Questões como a globalização da produção, novos mercados e novas tendências industriais terão de ser seriamente ponderadas pelos construtores e pelas marcas. ³

O consumidor hoje em dia é mais ativo e consciente da sua importância, possui um nível superior de expectativas e obriga a maiores exigências tal como é mostrado na figura 2.1. Consequentemente, a fidelização do cliente está a diminuir resultando numa forte fragmentação da oferta. ⁴



Figura 2. 1 - Expetativas globais dos clientes [3]

O enquadramento legal a que hoje o automóvel está sujeito é fortemente restrito no que diz respeito à segurança e ao impacto ambiental do ciclo de vida do produto. Os

³ Oliveira, Nuno; *“A evolução organizacional das empresas nacionais nas cadeias de fornecimento da indústria de componentes para automóvel”*, Tese de Mestrado em Inovação e Empreendedorismo Tecnológico, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Julho de 2009

⁴ Reis, Luís; *“Fatores Estratégicos de Desenvolvimento da Indústria de Componentes para Automóvel em Portugal - Os Determinantes da Qualidade das Empresas”*, Dissertação em Engenharia e Gestão de Tecnologia, UTL, IST, Julho de 2001

construtores estão sujeitos a um conjunto de diretivas comunitárias tais como os VFV (Veículos em Fim de Vida) ou o aumento de encargos com a reciclagem. ⁴

A racionalização da indústria de componentes obriga as empresas a reforçarem as suas competências tecnológicas quer em termos de *design* de componentes ou em processos de fornecimento com elevados padrões de qualidade, como na capacidade de inovação em termos de crescentes níveis de produção de funções, subsistemas e montagem. ⁴

A existência da capacidade de produção em grandes regiões com um suporte de fornecedores agregados tornou-se um requisito. Isto é, a deslocação de construtores para novas localizações pressionam os fornecedores atuais a se deslocarem com eles. ³

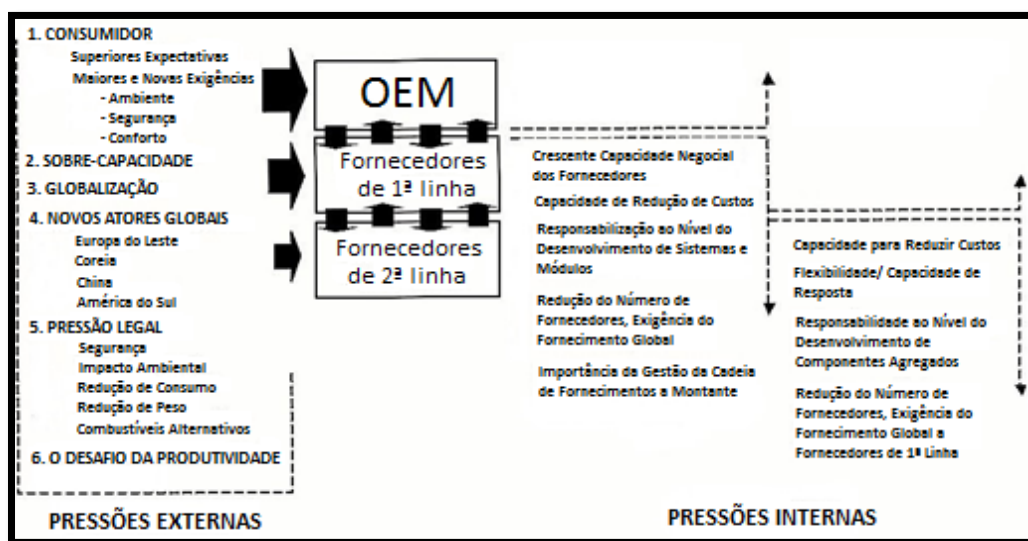


Figura 2. 2 - Pressões Globais sobre a Indústria Automóvel (figura retirada de [4])

2.4. Cadeia de Fornecimento

A indústria automóvel é um setor altamente competitivo sujeito às tendências dos mercados, o que tem conduzido a mudanças de fundo nas estratégias dos construtores e na estrutura dos fornecedores. ³

As relações estabelecidas entre os construtores automóveis e os seus fornecedores refletem-se nas formas de organização da cadeia de valor como por exemplo o sistema de produção em série, o fornecimento *just-in-time*, a gestão total da qualidade e os processos de certificação dos fornecedores introduzidos pioneiramente pela indústria automóvel. ³

A estrutura da organização da cadeia de fornecimento que vigora, a par de uma progressiva desintegração vertical da cadeia de valor que tem ocorrido nas últimas décadas, é em rede e de tipo central liderada por um pequeno número de OEM. ³

Os componentes para os automóveis são fabricados por fornecedores designados de 1.^a, 2.^a e 3.^a linha, conforme a sua respetiva localização na cadeia de fornecimento dos OEM.

Os OEM são os responsáveis pelo desenvolvimento e marketing do produto, pela montagem dos componentes e pela coordenação da rede de fornecedores.³

Os OEM desenvolveram modelos adaptados às necessidades dos consumidores ao invés de perseguirem com estratégias de internacionalização globais, devido às especificidades da procura nos diferentes mercados, ao valor dos custos de transporte, às elevadas barreiras alfandegárias e às crescentes exigências de teor nacional por parte dos Estados.³

Tem-se verificado uma aproximação das exigências dos consumidores nos diferentes mercados em termos de mobilidade, segurança, conforto, requisitos ambientais, personalização e preço em determinados segmentos da procura, o que leva os OEM a lançar o mesmo modelo de veículo à escala mundial.³

Assiste-se a um aumento de concentração de fornecedores de componentes através de fusões, aquisições e alianças estratégicas devido à crescente complexidade do produto pois cada fornecedor tem de combinar o desenvolvimento contínuo de novas competências com o acesso às competências em falta através do relacionamento com outros fornecedores.³

De modo a que as empresas consigam ascender na cadeia de fornecimento de componentes e assegurar o fornecimento de soluções integradas nos vários mercados onde os respetivos clientes estão localizados, estão dependentes do domínio de competências tecnológicas, organizativas e relacionais progressivamente mais complexas.³

A localização da produção ou montagem na proximidade das fábricas dos clientes, em particular em componentes e sistemas cuja relação valor/custo de transporte não beneficia a exportação, tem sido uma tendência devido ao fornecimento de componentes cada vez mais integrados e ao uso do sistema de fornecimento *just-in-time* neste setor.⁵

O uso de estratégias como a modularização, a subcontratação, a partilha de plataformas e componentes, entre outros, permite não só estabelecer economias de escala e eficiência na montagem, como também partilhar responsabilidades com os fornecedores na conceção, desenvolvimento e fabrico.⁵

A indústria automóvel é reconhecida como uma indústria de classe a nível mundial, que impulsiona o crescimento económico em todos os países, sendo um sistema

⁵ Lourenço, Ana; Sopas, Leonor; “**A Internacionalização do Grupo SIMOLDES: Um Estudo de Caso de um Fornecedor de Componentes para a Indústria Automóvel**”, FEG, UCP, Julho de 2003

complexo e de valor onde atuam diversos intervenientes tal como é mostrado na figura 2.3, numa lógica de rede OEM, fornecedores, clientes e estruturas de apoio.³

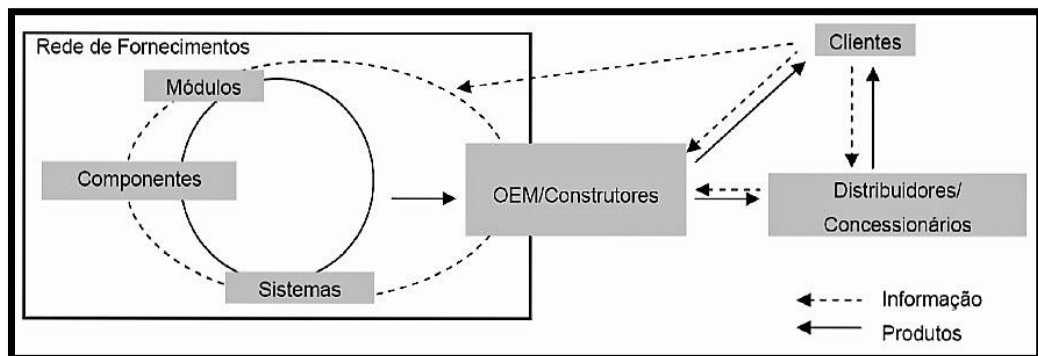


Figura 2. 3 - Cadeia de Fornecimento da Indústria Automóvel [3]

2.5. A Importância do Papel dos Fornecedores

Uma profunda reorganização dos fornecedores, conduzidos pelas transformações tecnológicas e estruturais no setor, tem origem em movimentações de uma crescente subcontratação de componentes e subsistemas e cada vez mais de módulos funcionais cuja conceção e desenvolvimento os OEM passaram a envolver os seus fornecedores.³

Os OEM deixaram de ser produtores autossuficientes e passaram a ser detentores de uma marca, de um conceito de viatura, da engenharia do produto, da montagem, do acabamento e da distribuição global. Consequentemente, os seus fornecedores não se limitam a produzir componentes concebidos pelos OEM, envolvem-se na sua materialização.³

As tendências que advêm dos OEM influenciam diretamente o papel e comportamento técnico, tecnológico e económico dos fornecedores de componentes que têm vindo a alcançar uma importância crescente no seio desta indústria. Esta importância teve na sua origem vários fatores tais como:⁴

- ✓ A transferência de responsabilidades para os fornecedores por parte dos fabricantes, ao nível do *design* e engenharia, resultando daí o surgimento de fornecedores globais;
- ✓ O aumento do peso de fornecedores no investimento do setor dada a sua crescente participação no processo de produção;
- ✓ Fonte de criação de empregos tornando-se um alvo privilegiado da atenção dos governos;
- ✓ Responsabilidade por uma grande fatia do investimento industrial do setor.

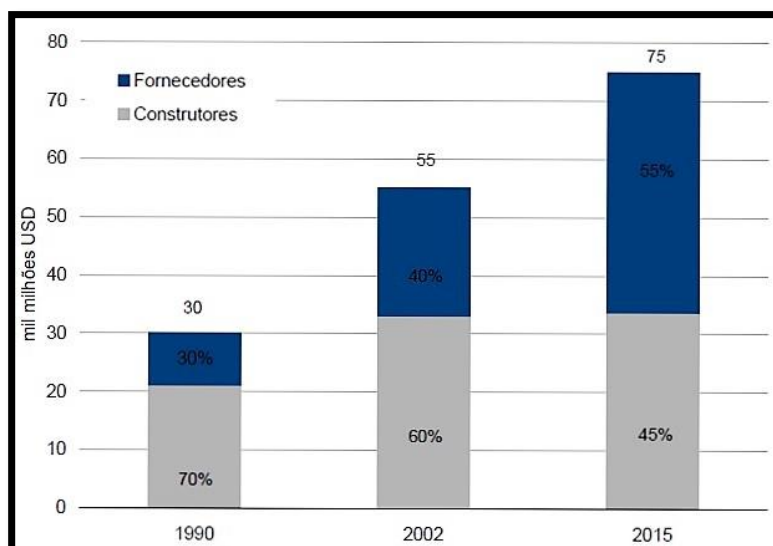


Figura 2. 4 - Importância Crescente dos Fornecedores na Engenharia [6]

A estrutura da cadeia de fornecedores tem sofrido evoluções quanto à estrutura tradicional de fornecimento de 1.^a, 2.^a e 3.^a linha. Os fornecedores são cada vez mais caracterizados e distinguidos pelas suas funções e capacidades do que pela sua localização no fluxo de fornecimento: ⁴

- **Integrador de Sistemas** – Fornecedor capaz de integrar componentes e sistemas em módulos a fornecer diretamente aos OEM;
- **Fabricante de Sistemas** – Fornecedor capaz de desempenhar tarefas de projeto, desenvolvimento e fabrico de sistemas complexos (*black-box design*). Fornecem diretamente os OEM de forma indireta através dos Integradores de Sistemas;
- **Fabricante Montador** – Especializado num determinado processo e com capacidade de montagens complementares. Responsável pelo projeto e teste do componente fabricado mas não pelo projeto do pequeno módulo ou pelos restantes componentes que nele são integrados (*gray-box design*). É um fornecedor indireto;
- **Fabricante de Componentes** - Especializado num determinado processo (estampagem, injeção de plásticos, etc...). Os seus clientes são fornecedores num nível superior na hierarquia;
- **Fornecedores de Matéria-Prima, Fornecedores Especializados em Equipamentos e Ferramentas**

⁶ Pólo de Competitividade e Tecnologia, “**Plano de Ação do Pólo de Competitividade e Tecnologia das Indústrias da Mobilidade**”, Agosto de 2009

Como consequência de uma seletividade lógica por parte dos construtores tem-se vindo a assistir à diminuição do número de fornecedores por marca ou fábrica, isto é, a uma maior exigência sobre a capacidade económica e financeira dos fornecedores. ⁴

O construtor passou a exercer pressão, tanto a fornecedores de 1ª como de 2ª linha, quanto à partilha de custos e riscos no desenvolvimento inicial do produto. ⁴

Os fornecedores deverão adotar modelos organizacionais de logística, de gestão ou de processos de produção de forma a obterem maior flexibilidade e capacidade de resposta e alcançarem altos níveis de desempenho na qualidade e fabrico que os clientes/construtores esperam. Os clientes/construtores deverão reconhecer as potencialidades e atender às características tecnológicas dos seus fornecedores. ⁴

Alguns fornecedores terão de abandonar ou procurar uma estratégia de evolução baseada no melhoramento contínuo imposto pelas exigências intrínsecas à permanência neste setor como consequência da delegação de responsabilidades seguida da forte pressão da procura de maior eficiência nos fornecimentos e na gestão integrada da base de fornecedores. ⁴

Os fornecedores procuram um novo e seguro posicionamento em resposta a estas pressões na estrutura de fornecimentos, de acordo com os seguintes cenários viáveis: ⁴

- **Aquisição/Integração de Empresas** – A procura para aquisição de pequenos e médios fornecedores por parte de grandes empresas de forma a consolidarem a sua posição ou a integração de empresas com competências e capacidades complementares de modo a trabalharem em conjunto;
- **Ascensão na Hierarquia** – Passar de fabricação de componentes para fabrico e montagem, e deste para fabrico de sistemas;
- **Consolidação da Posição** – Constante procura do desenvolvimento de produtos em termos de materiais, capacidade de projeto e fabrico nas áreas de especialização. Desenvolvimento e implementação de estratégias competitivas centradas em pontos críticos (tempo, qualidade, flexibilidade e custo).

A hierarquia de fornecimento indica um posicionamento com base em atributos como a dimensão, competências-chave ao nível do desenvolvimento, fabrico e montagem e também a capacidade de gestão da base de fornecimentos. ⁴



Figura 2. 5 - As Responsabilidades e Competências dos Fornecedores [4]

Existem algumas práticas de excelência aplicadas a fornecedores, como por exemplo: ⁴

- ✓ Gestão integrada da base de fornecimentos com base na antecipação do envolvimento de todas as partes;
- ✓ Implementação de ferramentas de desenvolvimento conjunto com clientes e fornecedores;
- ✓ Implementação de práticas associadas à gestão da qualidade, nomeadamente a organização do trabalho em equipas multidisciplinares e o empenho no melhoramento contínuo de processos e produtos;
- ✓ Implementação de ferramentas e métodos de avaliação de projetos, avaliação do desempenho das equipas atribuindo prémios de desempenho;
- ✓ Desenvolvimento de produto de forma *standardizada*.

2.6. A Escolha de Fornecedores

Os principais aspetos no critério de escolha de fornecedores para fornecimento direto aos OEM são os seguintes: ³

- Desempenho em termos de custo e qualidade;
- Capacidade em termos de I&D;
- Posição geográfica face a custos de logística;
- Posição geográfica face ao centro de desenvolvimento do setor.

A seleção dos fornecedores numa cadeia de fornecimento deve ter como base: ³

- Critérios qualitativos;
- Solidez financeira;
- Política de qualidade;
- Adaptabilidade ao mercado;
- Capacidade de inovação;
- Critérios quantitativos (custos de investimento em recursos de produção, de transporte, de tratamento de informação e de funcionamento).

De modo a reduzir custos e otimizar a cadeia de valor, quando se dão ordens de compra, as empresas devem estabelecer relações estreitas com a sua rede de fornecedores e organizar a sua rede de transporte de mercadorias ao longo da cadeia de logística. ³

A necessidade de fornecedores de alta qualidade quando se opera em fornecimento *just-in-time* é de extrema importância. Ter menos inventário e poucos fornecedores cria dependência dos fabricantes pelos mesmos. Consequentemente, os fabricantes têm necessidade de avaliar e certificar os seus fornecedores de modo a assegurarem que reduções no inventário e nos fornecimentos não afetaram o seu desempenho. ³

No passado, as empresas mantinham um maior inventário que servia como *buffer* entre o fornecedor e o cliente e qualquer variação nas entregas ou na qualidade do fornecedor era suportada pelo cliente usando o seu material em armazém. ³

A avaliação dos fornecedores é um processo para reduzir a instabilidade do fornecedor em termos de entrega, qualidade e capacidade de ajustamento. ³

Novas técnicas de qualidade vieram reduzir custos sendo eliminados diversos controlos efetuados em todas as fases do processo de fabrico. Os construtores OEM criaram cadernos de encargos ao nível da qualidade e fiabilidade para os seus fornecedores de modo a eliminar o controlo de qualidade efetuado à entrada das unidades de montagem face à longa cadeia produtiva do automóvel e à multiplicidade de componentes que integra aliada à diversidade de fornecedores. ³

Os construtores estabelecem auditorias de qualidade aos seus fornecedores, primeiramente para seleção dos fornecedores diretos e posteriormente para garantir a receção de componentes nas melhores condições qualidade, preço e prazo de entrega. ³

Determinados requisitos podem ser vistos como aceitáveis pelo fornecedor se o negócio for garantido pela aceitação dessas regras, o que se torna num paradoxo para o fornecedor pois o cliente quer que o fornecedor faça tudo como especificado mas não existem garantias de sucesso se ele as cumprir. Adotar os sistemas e procedimentos

especificados pelo cliente faz com que o fornecedor possa perder flexibilidade em aspetos operacionais. ³

Os processos de avaliação por parte do cliente incidem sobre aspetos de organização em termos de custos, entregas, qualidade, gestão e tecnologia, e de desempenho: ³

- ✓ Organização e política de direção;
- ✓ Conceção do produto e garantia de fiabilidade;
- ✓ Conceção do processo e industrialização;
- ✓ Meios gerais de medida, verificação e ensaios;
- ✓ Obtenção de qualidade seja pelos fornecedores externos ou na produção e armazenagem;
- ✓ Ambiente industrial (fluxos de informação de produtos, stocks e manutenção).

2.7. As Estratégias dos OEM

Para responder às novas tendências e à procura do mercado, os construtores estão a seguir um conjunto de estratégias globais comuns entre todas as grandes empresas. Métodos como a produção *lean* e a entrega *just-in-time* possibilitam o aumento da competitividade baseado na flexibilidade e adaptação rápida. ³

Os construtores têm adotado estratégias de fornecimento externo de componentes. A subcontratação juntamente com a desverticalização do setor de montagem leva a que os OEM solicitem aos fornecedores externos que se dediquem mais ao *design*, desenvolvimento e submontagem, isto é, à modularização. O objetivo destas estratégias é de tornar as unidades de montagem mais simples e menores para que os automóveis sejam construídos através de um grande número de módulos pré-montados. ³

O termo subcontratação é definido como um conjunto de funções produtivas internas, consideradas fora da atividade nuclear da organização, que passam a ser adquiridas através de fornecedores. ³

Muitas empresas adotam a subcontratação por razões táticas (reduzir e controlar os custos operacionais, compensar a falta de recursos internos e concentrar a gestão nas funções que possam ficar fora de controlo) e estratégicas (conseguir competências de classe superior, partilhar riscos e libertar recursos para outras atividades). ³

Na subcontratação, o fornecedor limita-se a produzir com a melhor relação preço/qualidade e de acordo com normas técnicas e processos industriais os componentes exigidos pelo cliente de acordo com o caderno de encargos do construtor. ³

Tem-se assistido a uma orientação na produção automóvel designada por montagem modular ou modularização. Atualmente é um conceito de fornecimento muito solicitado

pelos OEM visto ser uma forma simples de reduzir custos laborais e de investimento na montagem. Um dos benefícios é tornar mais abrangente e eficiente a personalização dos produtos. ³

A complexidade de um módulo não permite que este seja feito por um único fornecedor, a não ser que este tenha enormes capacidades. As alianças estratégicas entre fornecedores de diferentes subsectores para responder às necessidades é cada vez mais frequente porque esses fornecedores são, em termos de produto final e de operação, complementares entre si em termos de conceção e produção de um módulo. ³

A modularização e a subcontratação na indústria automóvel levam a uma hierarquização baseada na capacidade de desenvolver e fornecer produtos mais ou menos agregados, mais ou menos complexos e baseada no domínio dos processos produtivos. ³

A subcontratação e a modularização caminham lado a lado, isto é, à medida que os projetos se tornam mais modulares têm maior probabilidade de serem realizados em subcontratação. ³

Existem “parques de fornecedores” em que os OEM, para conseguirem obter benefícios da entrega *just-in-time* com a proximidade dos fornecedores de 1.ª linha, estabelecem contatos com as empresas locais de forma a criarem estes parques. No caso dos “condomínios industriais”, os fornecedores operam no mesmo local que os OEM sendo estes os orientadores do projeto. ³

2.8. Relação entre Fornecedores e Clientes

A produção de veículos tem vindo a assumir um peso decrescente na cadeia, o que torna necessário analisar a indústria automóvel como um todo, isto é, o papel dos fornecedores de componentes representa mais de 60% do valor do automóvel e as suas relações com os fabricantes exigem coordenação de competências e de transferência de conhecimento. ³

É importante conhecer as circunstâncias que facilitam e proporcionam a criação e manutenção da confiança entre fornecedores e clientes: ³

- ✓ Um compromisso de longa data;
- ✓ Troca regular de informação;
- ✓ Assistência técnica;
- ✓ O bom nome dos clientes.

Quando as relações são baseadas basicamente em elementos de negociação, a qualidade é que acaba por ser mais afetada. Como consequência, o fornecedor procura minimizar os seus custos e entregar apenas de acordo com as especificações básicas e o

cliente poderá ter de recorrer a custos adicionais ao ter de efetuar inspeções periódicas ou aleatórias de modo a garantir qualidade no produto recebido. ³

Uma relação mais próxima entre o fornecedor e o cliente melhorará o *know-how* de cada uma das partes, podendo melhorar o design do produto e produzir componentes de valor acrescentado. ³

O desenvolvimento de um compromisso de longa data, com um número limitado de fornecedores e com uma base mútua de confiança, pode trazer benefícios como: ³

- *Lead times* mais curtos;
- Compromissos de entrega mais fiáveis;
- Menores perturbações nos planeamentos;
- Baixos níveis de *stock*;
- Mudanças a realizar com rápida implementação;
- Menos problemas de qualidade.

A relação entre fornecedor e cliente traz muitas exigências aos fornecedores mas também muitos benefícios tais como a possibilidade de evolução absorvendo a transferência de tecnologia a partir do cliente e a eliminação do desperdício nas interfaces cliente-fornecedor. ³

Na seleção dos fornecedores deve-se ter como base a expectativa de progresso no futuro mais do que o desempenho atual destes, pois os fornecedores que atingirem um nível superior estarão em melhores condições de se adaptarem não só a diferentes abordagens e exigências dos clientes como também poderão escolher os seus próprios clientes. ³

2.9. A Indústria Automóvel em Portugal

2.9.1. Perspetiva Histórica

O desenvolvimento do setor automóvel em Portugal nas recentes décadas tem sido condicionado pelas políticas industriais e comerciais nacionais e pelas instalações de unidades de montagem locais. ⁴

O projeto da Renault (1977-1986/88) foi um dos mais importantes investimentos que permitiu o desenvolvimento de empresas que passaram a fornecer componentes em condições de competitividade internacional e permitiu a formação de inúmeros operários, quadros especializados e gestores que vieram a desempenhar um papel importante no desenvolvimento da indústria de componentes ao passar da Renault para os fornecedores.

É considerado também um investimento importante no processo de industrialização português a Autoeuropa (desde 1989) que atraiu unidades estrangeiras a se estabelecerem nas imediações da fábrica de modo a permitir entregas efetuadas no

sistema *just-in-time*. Teve um papel extremamente importante no desenvolvimento da indústria de componentes para automóvel em Portugal e foi impulsionadora de alguns fornecedores portugueses internacionalmente. ⁴

2.9.2. Caraterização do Setor de Componentes em Portugal

A indústria automóvel tem um peso considerável na economia portuguesa, quer ao nível da produção de automóveis, quer de componentes como mostram as figuras 2.6 e 2.7. Tem vindo a reagir positivamente aos novos desafios postos pela internacionalização e globalização.

Existem duas situações distintas na cadeia de fornecedores da indústria automóvel portuguesa: ³

- I. **Fornecedores Que Fazem Parte De Multinacionais** – controlados pela casa-mãe, de nível tecnológico permanentemente atualizado por esta, não têm problemas de inserção no mercado;
- II. **Fornecedores De Capital Maioritariamente Nacional** – atuam maioritariamente em subcontratação com pequenas margens de lucro, sobrevivem devido a razões tecnológicas e de qualidade, têm dificuldade em acompanhar as evoluções de produto e processo devido ao menor acesso à informação e aos investimentos necessários.

A tipologia dos fornecedores de componentes nacionais pode ser vista e estruturada da seguinte forma: ³

- ✓ Presença de um pequeno conjunto de integradores de sistemas multinacionais que asseguram o fornecimento de subsistemas às unidades de montagem;
- ✓ Presença de um conjunto de fornecedores especializados da área de moldes e ferramentas;
- ✓ A maioria das empresas de pequena e média dimensão assumem-se como especialistas em componentes com alguma capacidade de montagem complementar mas com capacidades pouco desenvolvidas em projeto.

Um dos fatores que tem caracterizado a evolução deste setor é a parceria de empresas portuguesas com empresas de pequena e média dimensão internacionais, o que tem levado as multinacionais a consolidar a presença no país criando um nível de fornecedores como integradores de sistemas. ³

A indústria de componentes em Portugal deverá evoluir de forma a manter o desempenho e competitividade nos seguintes aspetos: ³

- Desenvolvimento de produtos para mercados de procura dinâmica;

- Incentivo aos investimentos que levem a acréscimo de produtividade;
- Incremento de elevados conteúdos tecnológicos;
- Incorporação de elevados padrões de qualidade de gestão.

Nos últimos anos, a inovação está a alterar a indústria de componentes nomeadamente ao nível dos interiores de automóveis onde se encontra uma boa oportunidade para as empresas apostarem em I&D devido às suas características de integração. Algumas empresas fornecedoras do ramo automóvel, e outras que não trabalham diretamente ou exclusivamente para este setor, têm competências de investigação e mostram-se disponíveis para fazer parte do processo.³

A indústria de componentes para automóveis em Portugal mostra algumas características competitivas tais como:⁷

- Competência técnica;
- Historial exportador;
- Custos relativamente baixos em comparação com outros países europeus;
- Presença de multinacionais em território nacional.

Porém, o setor dos componentes de automóveis nacional enfrenta vários obstáculos que vão desde a:⁷

- Qualificação dos recursos humanos adequados;
- Carência de recursos destinados a I&D;
- Dimensão empresarial reduzida;
- Ausência de uma nova cultura empresarial.

O território nacional já é visto como uma localização qualificada com uma cadeia de fornecimento flexível adequada aos novos modelos de produção automóvel.⁷

A maioria das empresas de componentes nacionais são especialistas de processo com tendência para uma maior especialização numa série de produtos restritos à medida que vão evoluindo.⁷

2.9.3. Dados-Chave da Indústria Portuguesa de Componentes

De acordo com a figura 2.6, a indústria de componentes para automóveis representa 4,1% do PIB e existem aproximadamente 200 empresas neste setor.

⁷ Carvalho, Ana; *“Estudo da Sustentabilidade da Indústria Automóvel em Portugal”*, Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, Universidade de Aveiro, 2009



Figura 2. 6 - A importância da indústria de componentes para automóveis na economia Portuguesa [8]

A figura 2.7 mostra que atualmente a percentagem de exportações no setor de componentes encontra-se a 83% e a maioria da sua produção é para exportação.

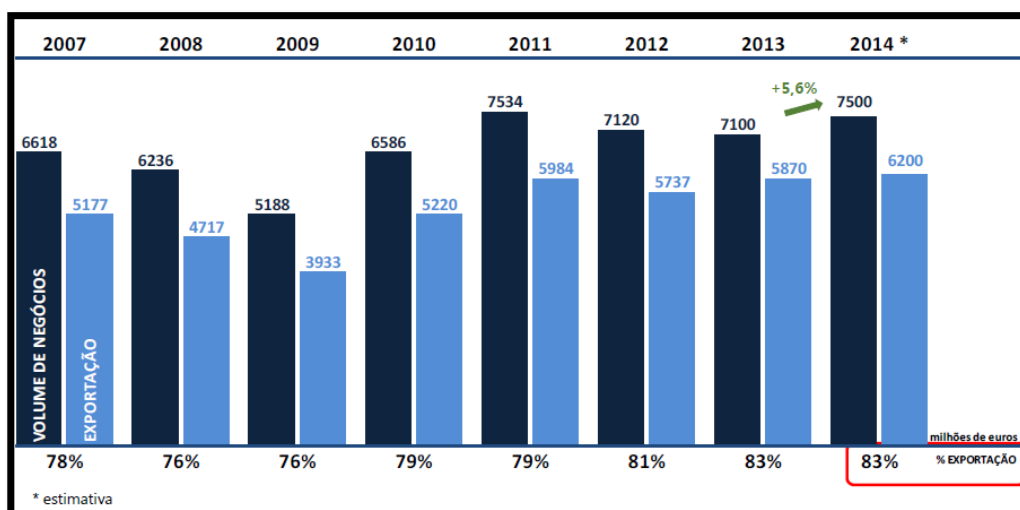


Figura 2. 7 - Evolução do Volume de Negócios e das Exportações [8]

A figura 2.8 apresenta os destinos das exportações de componentes automóveis fabricados em Portugal. Espanha e Alemanha são os países mais representativos.

⁸ AFIA - Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel; "*Indústria de Componentes para Automóveis – Dados Estatísticos de 8 de Setembro de 2015*"

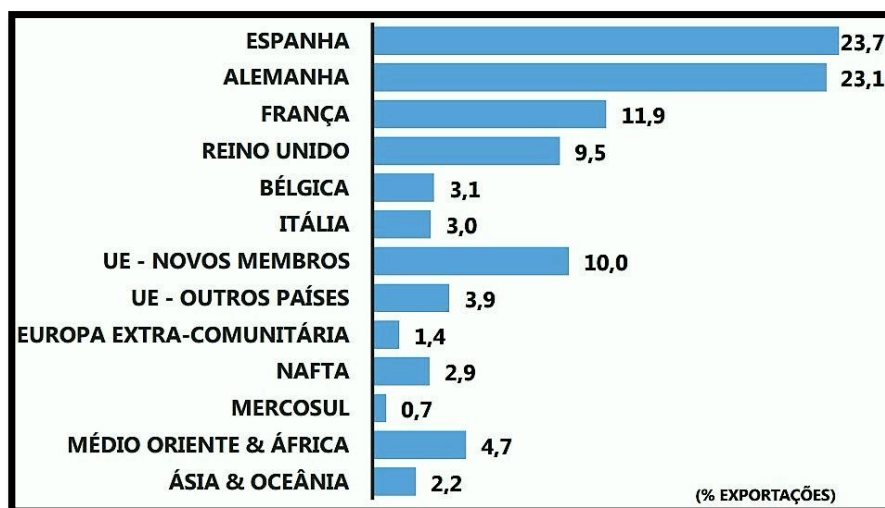


Figura 2. 8 - Evolução do Volume de Negócios e das Exportações [8]

2.10. O Cluster Automóvel em Portugal

A existência de um *cluster* automóvel em Portugal é determinante para o desenvolvimento deste setor. O setor automóvel assume algumas características de *cluster* devido à definição da sua cadeia de valor mas não é muito clara a dinâmica entre o sistema empresarial, o Estado, o sistema de ciência e tecnologia e o sistema de formação.

Um *cluster* procura articular as competências ou especializações que um país detém e que ainda não explorou com o objetivo de criar novas competências que lhe permita responder à economia emergente e reforçar as competências existentes através de um melhoramento na cadeia de valor. ³

É uma rede de relações entre empresas localizadas em território nacional que, em conjunto, potenciam a inovação e a ascensão na cadeia de valor e que através de investimentos estrangeiros arrastam consigo fornecedores em cooperação com empresas nacionais ou em inserção em redes internacionais. ³

O *cluster* automóvel em Portugal é composto pelas seguintes atividades: ³

- Conjunto de atividades de foco que originam componentes do automóvel, diretamente relacionadas com o fabrico do mesmo (*a verde na figura 2.9*);
- Atividades de *input* relacionadas com os produtos necessários à produção do automóvel (*a vermelho na figura 2.9*);
- Atividades de suporte necessárias ao processo de produção do automóvel, essenciais à produção e distribuição (*a azul claro e escuro na figura 2.9*);
- Atividades complementares relacionadas com as de foco, desnecessárias ao processo produtivo, embora permitam agilizá-lo (*a amarelo na figura 2.9*).

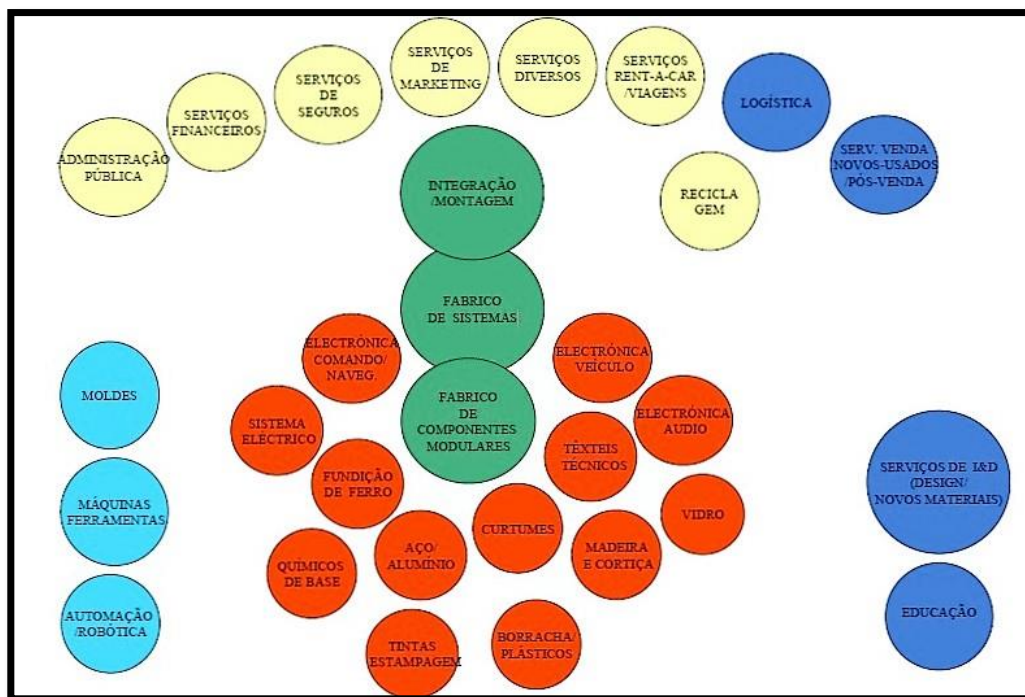


Figura 2. 9 - O Cluster Automóvel em Portugal [3]

A cadeia de valor ligada ao *cluster* automóvel tende a organizar-se numa estrutura em rede cada vez mais complexa do ponto de vista tecnológico e com maior flexibilidade e partilha. ³

Verifica-se a existência de focos de cooperação entre empresas, universidades e centros de I&D em Portugal e detém também um bom posicionamento no mercado internacional em alguns segmentos tais como os moldes. Estes são alguns dos fatores que são indispensáveis para a afirmação do *cluster* automóvel nacional. ³

Em Portugal, e muito devido à nossa dimensão, para que haja um crescimento das empresas propõe-se fusões e aquisições que permitam elevar os seus níveis na cadeia de valor e possibilitaram a entrada em atividades nas quais as empresas têm mais dificuldades. ³

A indústria de componentes de automóvel tem uma forte presença em Portugal, através de empresas de capital estrangeiro. ³

A necessidade de investimento contínuo juntamente com a incerteza de rentabilidade a longo prazo torna-se uma questão incontornável pelas dificuldades da situação económica atual. As insuficientes qualificações da mão-de-obra e das chefias intermédias são outros dos problemas atuais. Consequentemente, a excessiva concentração de indústria de fornecedores não será favorável no caso nacional. ³

A criação de cenários para o progresso da indústria automóvel nacional, e em particular a dos componentes de automóvel, passa pelo conhecimento das capacidades

organizacionais das empresas e a sua interação com os modelos de desenvolvimento socioeconómicos.³

A indústria de componentes tornou-se portanto uma indústria consolidada, integrada por uma rede de empresas de capital nacional e estrangeiro que apresenta, ainda que timidamente, uma lógica de cadeia de fornecimento e de *cluster* automóvel.⁹

2.11. Súmula Conclusiva

As relações entre os construtores automóveis e os seus fornecedores baseiam-se nas formas de organização da cadeia de valor. Foi a indústria automóvel que introduziu pioneiramente o sistema de produção em série, o fornecimento *just-in-time*, a gestão da qualidade e os processos de certificação dos fornecedores.

As empresas construtoras estabelecem auditorias de qualidade aos seus fornecedores como forma de seleção destes e também para garantir a receção de componentes nas melhores condições de qualidade, preço e prazo de entrega.

O papel dos fornecedores de componentes automóveis representa mais de 60% do valor do automóvel.

Existem aproximadamente 200 empresas que trabalham no setor de componentes para a indústria automóvel em Portugal e a maioria da sua produção é para exportação. Nos últimos 8 anos, a percentagem de exportações de componentes fabricados em território nacional tem vindo a aumentar e atualmente encontra-se a 83%.

Em Portugal, o setor automóvel tem características de *cluster* mas a dinâmica entre as empresas, o Estado, os centros de I&D e de formação não se encontra bem definida.

A maioria das empresas de fornecimento de componentes para a indústria automóvel em território nacional não são portuguesas.

Para que a indústria automóvel nacional de componentes possa progredir terá que passar pelo conhecimento das capacidades organizacionais das empresas e a sua interação com os modelos de desenvolvimento socioeconómicos.

⁹ Selada, Catarina; Felizardo, José; “*Da Produção à Conceção: Meio Século de História Automóvel em Portugal*”, Economic History, Technology and Society, IST, 2004

Capítulo 3 - Indústria Aeronáutica

3.1. Introdução

Tal como o capítulo anterior, este capítulo surge como um enquadramento teórico suportado por uma pesquisa bibliográfica cujo tema é a indústria aeronáutica com maior ênfase na indústria de fornecimento de componentes aeronáuticos.

Neste capítulo pretende-se mostrar como se encontra a indústria aeronáutica na Europa em geral e em Portugal em particular.

Aborda a importância das pequenas e médias empresas neste setor, a organização da cadeia de fornecimento aeronáutico, a especialização e os critérios de seleção dos fornecedores de componentes.

Esta análise permitirá uma visão global do estado deste setor retratando o panorama da indústria de componentes e o *cluster* aeronáutico em Portugal.

3.2. Generalidades

A indústria aeronáutica possui características únicas como o seu conservadorismo e as quantidades monetárias envolvidas que a torna um setor de elite.

É uma indústria de grande interesse estratégico e enorme complexidade técnica que promove em qualquer país o desenvolvimento de tecnologias que permitem a inovação e o aparecimento de novos produtos. ¹⁰

A indústria aeronáutica é comandada por empresas internacionais que comercializam produtos de elevado valor acrescentado numa escala reduzida em comparação com outros setores como por exemplo a indústria automóvel. ¹¹

É um setor que concede um conjunto fatores que reforçam o tecido industrial de qualquer país, uma vez que: ¹²

- ✓ Promove a criação de empregos qualificados;
- ✓ Incita a inovação nos processos, produtos e empresas;
- ✓ Estimula o investimento em I&D;

¹⁰ Daniel, Carlos; Giesteira, Filipe; Viana, Margarida; “**A Indústria Aeronáutica em Portugal**”, FEUP, 2013

¹¹ Pintão, Maria; “**As Potencialidades do Sector Aeronáutico e o seu Contributo para o Desenvolvimento Local: O Caso de Ponte de Sor**”, Tese de Mestrado, Departamento de História, FL, UL, 2010

¹² Caetano, Richard; “**Produção Aeronáutica – Análise do desenvolvimento nacional**”, Dissertação em Engenharia Aeronáutica, UBI, 2012

- ✓ Transforma investimento realizado em benefícios transversais para a economia;
- ✓ Induz a disseminação horizontal de tecnologias para outros setores;
- ✓ Confere estabilidade à indústria do país devido aos seus longos ciclos de desenvolvimento e vida do produto que possibilitam o planeamento industrial a longo prazo e a continuidade dos fornecimentos durante anos;
- ✓ É um mercado internacional onde o crescimento do *cluster* aeronáutico aumenta as exportações.

A indústria aeronáutica exige um grande esforço tanto a nível de desenvolvimento tecnológico como em investimentos, o que implica que as empresas têm que colaborar entre si de modo a reduzir os riscos pois qualquer tipo de erro poderá resultar em grandes perdas financeiras.¹²

Existe a necessidade de estabelecer acordos/estratégias entre várias empresas em todo o mundo para que a produção de aviões seja garantida, isto porque nenhum país tem a capacidade de produzir todos os componentes de um avião.¹²

Pode chegar a uma década o desenvolvimento de novos produtos neste setor o que resulta em estratégias de médio ou longo prazo que envolvem vários intervenientes tais como companhias aéreas, estados, entre outros.¹²

O setor aeronáutico prima pelas boas práticas e rigor de forma a minimizar o risco de acidentes e assegurar a segurança dos passageiros.¹²

As principais atividades na indústria aeronáutica têm seguido as seguintes tendências:¹²

- Agregação dos investimentos em torno dos grandes projetos;
- Consolidação e globalização das cadeias de fornecimento;
- Crescente nível de integração e partilha de riscos por parte dos fornecedores;
- Consolidação com outros setores do ponto de vista do mercado e da tecnologia.

Nestes últimos anos, o custo da tecnologia tem vindo a crescer, o que tem penalizado as empresas deste setor. Consequentemente, surgiu a tendência para a adoção de tecnologias já existentes noutros setores principalmente da indústria automóvel.¹³

¹³ Filipe, Pedro; Guedes, Alcibiades; " *As Pequenas e Médias Empresas e a Cadeia de Abastecimento da Indústria Aeronáutica*", Maio de 2004

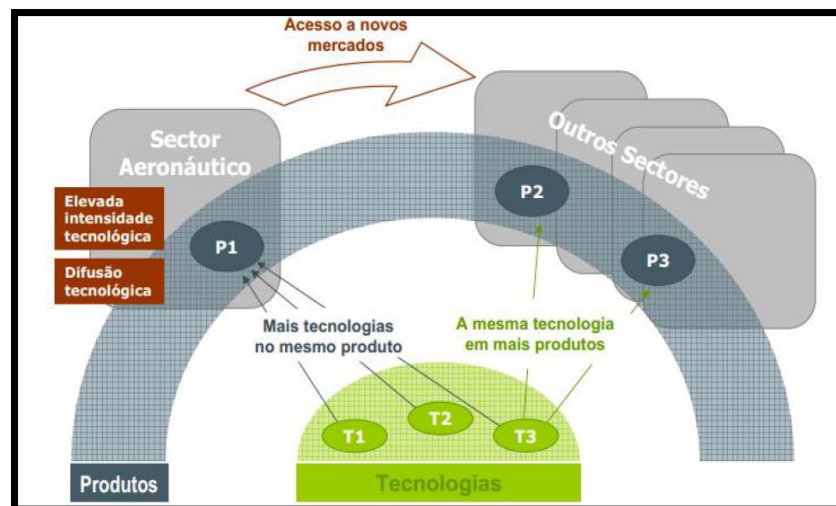


Figura 3. 1 - Ilustração da transversalidade da indústria aeronáutica [10]

Em países “mais desenvolvidos”, as competências no domínio das tecnologias de base são adquiridas maioritariamente através de experiência acumulada em investigação realizada em instituições universitárias, laboratórios ou empresas. Nos países “menos desenvolvidos”, investe-se no setor aeronáutico por contrapartidas (montagem e fabricação através de desenhos fornecidos pelos clientes) e contratos de aquisição.¹¹

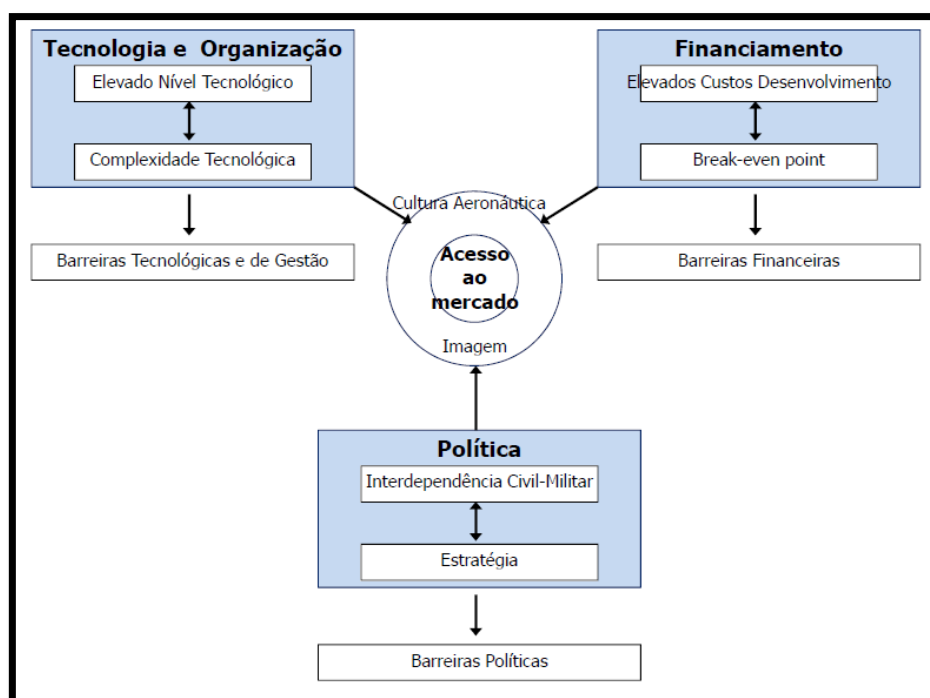


Figura 3. 2 - Acesso ao mercado aeronáutico [14]

¹⁴ Pólo de Competitividade e Tecnologia, “*Guia de apoio a novos fornecedores – Requisitos para fornecer o sector Aeronáutico*”; Repositório Digital - Plataforma de Transferência de Conhecimento, Janeiro de 2013

3.3. A Indústria Aeronáutica na Europa

3.3.1. Indústria Aeronáutica em França

A *Airbus*, a *Eurocopter* e a *EADS* (*European Aeronautic Defence and Space Company*) foram o resultado de uma fusão de empresas cuja criação originou um setor industrial com uma estrutura mais sustentável. A *Airbus*, a *Dassault* e a *ATR* (*Avions de Transport Régional*) são OEM muito importantes em território francês, pois é onde se realiza a montagem final prévia à entrega. ¹¹

O governo francês apoia a indústria aeronáutica com financiamento e com a criação de institutos que visam o desenvolvimento tecnológico. Isto permitiu a criação de uma estrutura industrial, financiando a I&D e desenvolvendo os OEM. Muito do sucesso obtido deste setor em França é devido às diversas políticas do governo. ¹¹

A indústria aeronáutica francesa tem capacidade para suportar grandes contratos de conceção e desenvolvimento, o que beneficia a sua economia visto que estimula as exportações e ajuda a criar de postos de trabalho. ¹¹

3.3.2. Indústria Aeronáutica em Espanha

A indústria aeronáutica em Espanha está envolvida em projetos de grande dimensão e é uma das maiores parceiras na *EADS*. ¹¹

Um dos principais fabricantes é a *Aernnova* que desempenha um papel significativo na indústria espanhola pois obtém importantes contratos com empresas como a *Embraer* e é um fornecedor relevante para empresas como a *Sikorsky*, *Bombardier*, *Boeing* e *Airbus*. ¹¹

Espanha tem vindo a investir em I&D, o que tem beneficiado o aparecimento e desenvolvimento de empresas de pequena dimensão. Mas, apesar destes investimentos, a indústria aeronáutica espanhola tem ainda de ultrapassar alguns obstáculos que têm impacto negativo neste setor tais como a crise económica que se acentuou nos últimos anos. ¹¹

3.3.3. Indústria Aeronáutica na Alemanha

Apesar do crescimento nas últimas décadas, a indústria aeronáutica alemã é constituída apenas por empresas de média dimensão, fruto das restrições impostas no final da segunda guerra mundial e que se dedicam a fornecer serviços e tecnologias altamente especializadas. ¹¹

A Alemanha foi proibida após o final da segunda guerra mundial de fabricar aeronaves, o que fez com que perdesse grande parte do *know-how* no ramo da fabricação. Em 1960 foi-lhe permitido, mas com algumas limitações, regressar a esta indústria através

da fabricação de componentes. Só em 1970 é que foram retiradas todas as restrições e a partir desse momento recomeçou o desenvolvimento da sua indústria. ¹¹

Um dos principais fabricantes da indústria aeronáutica alemã é a *Airbus Deutschland GmbH* e a *Premium AEROTEC*. Também no domínio dos sistemas as empresas *Diehl* e *Liebherr* têm uma boa competitividade no mercado. ¹¹

3.3.4. Indústria Aeronáutica no Reino Unido

A indústria aeronáutica do Reino Unido desempenha um papel de grande relevância na economia dado que o Estado é um dos grandes clientes deste setor. Além da criação de novos programas industriais por parte do Estado, surge também a possibilidade de desenvolvimento tecnológico e industrial. ¹¹

Este setor passou por uma fase de agregação de empresas com o objetivo de se tornarem mais competitivas no panorama global. Como consequência, diminuiu o número de postos de trabalho mas a produtividade aumentou significativamente. ¹¹

Os principais fabricantes da indústria aeronáutica do Reino Unido são a BAE (*British Aerospace*) e a *Rolls-Royce*. ¹¹

3.3.5. Indústria Aeronáutica em Itália

Os principais países com indústria aeronáutica aderiram à EADS mas a Itália não seguiu essa tendência. Isto possibilitou manter a sua competitividade em determinados mercados e também o desenvolvimento da capacidade de engenharia e conceção, o que lhe permite um maior controlo e previsão dos custos de engenharia. ¹¹

Os principais fabricantes da indústria aeronáutica italiana é a *Finmeccanica*, que é um dos maiores grupos industriais de alta tecnologia do mundo e onde estão incluídas as empresas *Alenia Aermacchi* e *Agusta Westland*. ¹¹

3.4. Cadeia de Fornecimento

A cadeia de fornecimento da indústria aeronáutica é estruturada em forma de pirâmide onde no topo se encontra o OEM (ex.: Airbus, Embraer, Boeing), que é responsável pelo desenvolvimento do produto e pelo estabelecimento da rede de fornecimento necessária ao desenvolvimento colaborativo e produção do mesmo. ¹³

Os fornecedores de 1.^a linha abastecem o OEM com módulos e sistemas completos. Também são considerados fornecedores de 1.^a linha a empresas adquiridas ou agregadas nos grandes grupos de construtores aeronáuticos. ¹³

Os fornecedores de 2.^a linha apresentam uma especialização em sistemas complexos com desenvolvimento próprio. ¹³

Os fornecedores de 3.^a linha entregam subsistemas e componentes principais para integração nos sistemas produzidos pelos de 2.^a linha.¹³

Os fornecedores de 4.^a linha encontram-se classificados normalmente em 3.^a linha, pois a fronteira é muito tênue entre estes dois níveis de fornecimento.¹³

Os fornecedores de serviços tecnológicos (ex.: maquinação, tratamentos de superfície) e materiais são os de 5.^a linha, isto é, na base da pirâmide da cadeia de fornecimento. Este tipo de fornecedores são PME (Pequenas e Médias Empresas) cujo negócio na indústria aeronáutica é apenas uma fatia reduzida do seu volume de negócios.

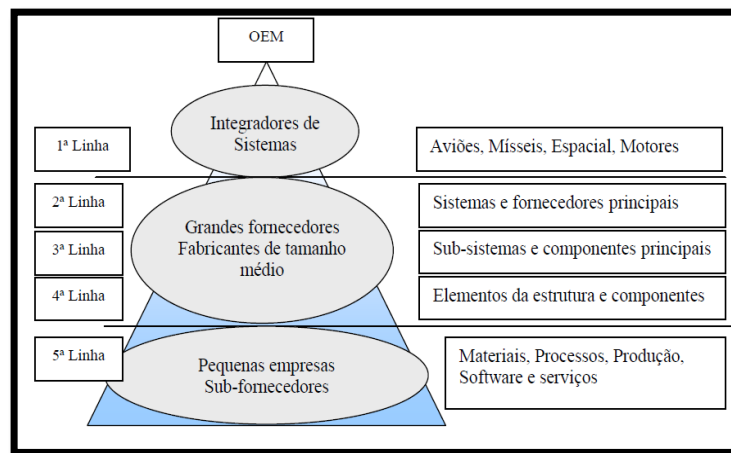


Figura 3. 3 - Organização típica da cadeia de fornecimento na indústria aeronáutica [13]

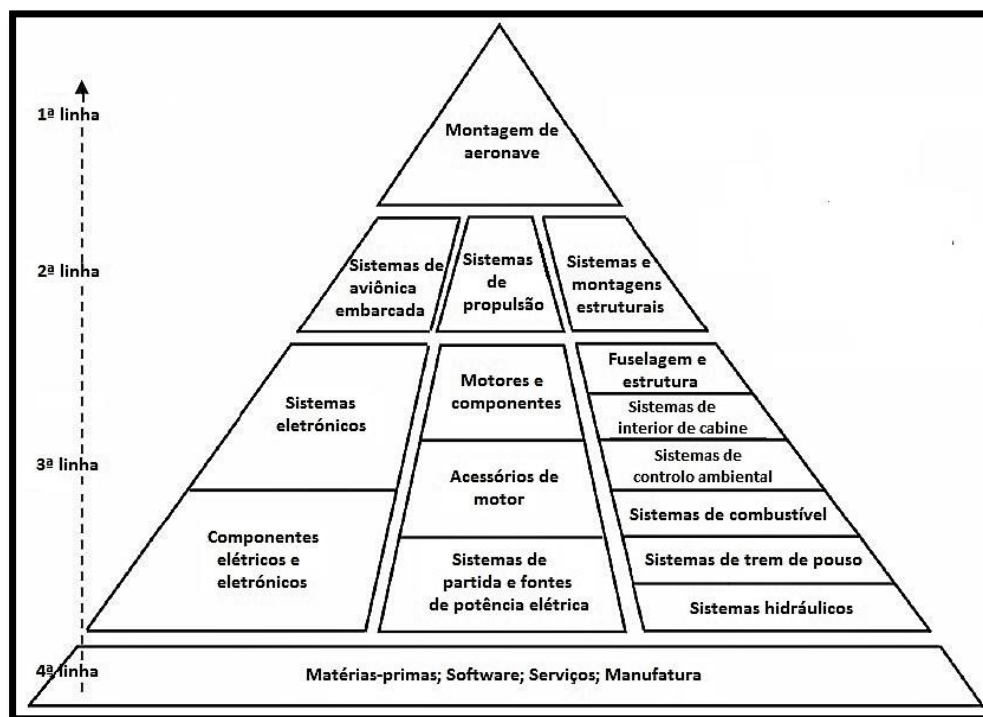


Figura 3. 4 – A cadeia de fornecimento aeronáutico [15]

¹⁵ Keila, Renato; "A Consideração do Conforto em Projetos de Cabine de Aviões: Contribuições da Ergonomia"; Diploma de Engenheiro de Produção, EPU de São Paulo, 2007

No sentido ascendente da cadeia de fornecimento existe uma tendência agregadora mas a separação do avião em módulos completos está muito dependente do desenho de concepção e da organização do processo de montagem do avião. ¹³

Na indústria aeronáutica os processos de produção caracterizam-se por uma decrescente integração vertical que difere de empresa para empresa. Os fatores responsáveis por esta diminuição são os seguintes: ¹³

- As diversas tecnologias empregadas no desenvolvimento e produção de aviões requerem a participação de empresas especializadas com competências únicas no mercado;
- A reestruturação estratégica do sistema de produção, com o objetivo de reduzir custos e partilhar investimento, leva à subcontratação ou parceria de operações das empresas para fornecedores;
- Os acordos com governos compradores de aviões levam à participação da indústria desses países no processo de fabrico como forma de desenvolvimento desta.

O modelo de organização da cadeia de fornecimento em pirâmide pode limitar o desenvolvimento de novos produtos, pois não permite que toda a cadeia funcione de forma simultânea porque as linhas de comunicação funcionam em cascata. Seria necessário recorrer a ferramentas eletrónicas de informação e comunicação cujas são de difícil implementação quando existem diferentes modelos de produção ou diferentes estratégias ao longo da cadeia de fornecimento. ¹³

3.5. A Importância das PME

Segundo a AECMA (*Association Européenne des Constructeurs de Matériel Aérospatial*), 70% das empresas na indústria aeronáutica europeia são pequenas e médias empresas, a restante percentagem está dividida num maior número de médias empresas e um reduzido número de grandes empresas. ¹¹

As PME têm um papel importante na criação de cadeias de abastecimento coordenadas e nas redes de cooperação empresarial. Desempenham um papel estratégico na indústria aeronáutica valorizando a sua cultura de excelência industrial, na divulgação de I&D, no aumento da qualificação das empresas e dos seus colaboradores.

¹¹

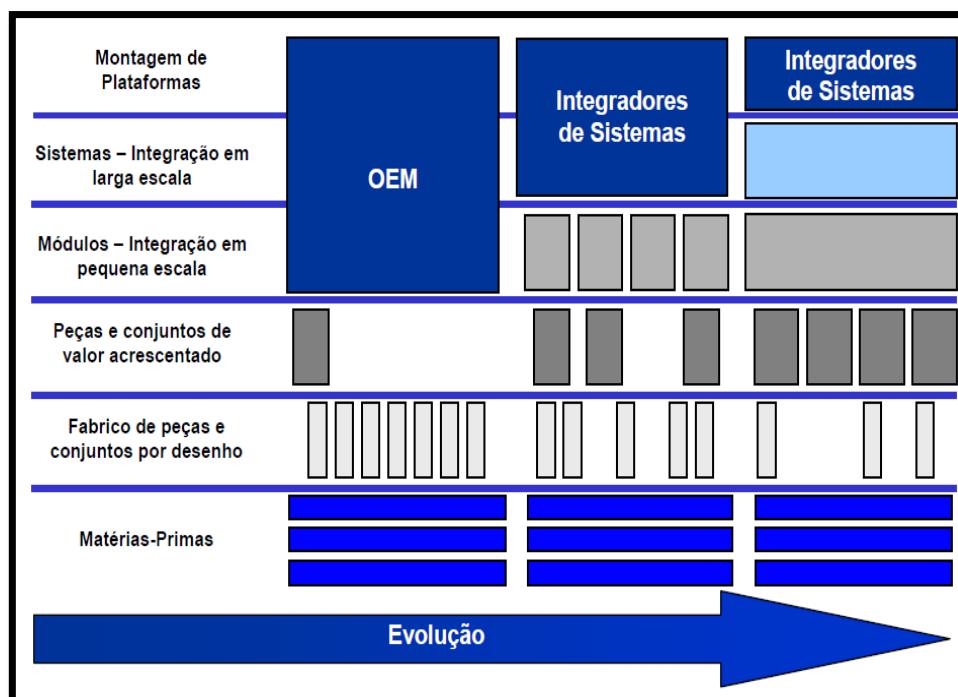


Figura 3. 5 - Evolução da organização da cadeia logística na indústria aeronáutica [13]

Numa primeira fase, como mostra a figura 3.3, os OEM foram os responsáveis pelas plataformas de integração e recorreram a uma complexa cadeia de fornecedores de sistemas e subsistemas. Isto resultou no aparecimento de fornecedores integradores de sistemas e de maior valor acrescentado que conduzem o setor a novos níveis de eficiência e competitividade. ¹³

Numa segunda fase, onde atualmente se encontra a maioria dos OEM, passam a ser montadores de plataformas e grandes integradores de sistemas deixando a integração dos módulos e peças finais para fornecedores de 1.ª linha, cada vez maiores e em menor número. Os fornecedores de serviços e fabricação são cada vez menos, remetidos para a prestação de serviço com menor valor acrescentado. ¹³

Existe uma tendência para a última fase onde os OEM adotam uma filosofia de produção e organização de trabalho enquanto integradores de sistemas. Neste cenário, os OEM efetuam apenas a produção no caso em que os módulos são críticos ou onde a tecnologia é confidencial e exclusiva. Esta estratégia abrirá novas oportunidades para o desenvolvimento de fornecedores que apostem na inovação e desenvolvimento de produtos ou soluções com vista a abastecer os grandes integradores. ¹³

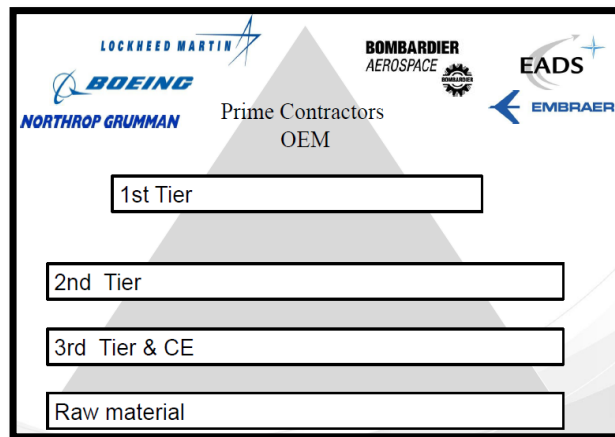


Figura 3. 6 - Cadeia de Valor - Fabricação Aeronáutica [14]

Os fatores mais importantes para a entrada de novos fornecedores neste setor são os seguintes: ¹³

- ✓ Recursos financeiros;
- ✓ Experiência em programas anteriores;
- ✓ Colaboradores qualificados;
- ✓ Licença para operar neste setor.

No entanto, estas barreiras à entrada podem ser “aliviadas” se as empresas mostrarem inovação ao nível do processo produtivo aproveitando a proteção da certificação do seu cliente. Resulta então numa relação onde ambos ficam a ganhar, isto é, por um lado as PME necessitam da certificação do cliente (fornecedor de nível superior) para entrarem nas cadeias de abastecimento, por outro lado, o fornecedor integrador necessita de fornecimentos especializados, flexíveis e de baixo custo que lhes permitam obter vantagens competitivas neste setor. ¹³

3.6. Especialização no Produto vs. Tecnologia

A tendência dos fabricantes de estruturas aeronáuticas se tornarem integradores de sistemas levou a que os fornecedores passassem a se especializar em competências centradas no seu negócio, isto é, a realizarem submontagens ou montagens de conjuntos completos e testados. Consequentemente, esta tendência leva a uma diminuição do número de fornecedores diretos. ¹³

Assim, com esta redução os fornecedores intermédios terão de optar entre a especialização no produto ou a especialização na tecnologia. A especialização no produto possibilita ao fornecedor a subida de hierarquia na cadeia de valor mas com a desvantagem de ser necessário um maior investimento em desenvolvimento de novas

soluções tecnológicas para poder seguir os requisitos do OEM e dos seus clientes. A especialização na tecnologia posiciona o fornecedor num nível mais baixo na hierarquia da cadeia de valor pois torna-se um produtor de peças com menor valor acrescentado e com uma produção centrada em fatores de custo operacional. ¹³

3.7. Critérios de Seleção de Fornecedores

Os principais fornecedores de conjuntos e componentes são escolhidos no momento do projeto e permanecem na maioria das vezes parceiros enquanto esse modelo de avião estiver no mercado, isto pode durar entre 10 a 15 anos. ¹³

Existe uma tendência para a criação de métodos de seleção de fornecedores que possibilita uma avaliação objetiva da capacidade e desempenho de cada fornecedor. Esta tendência vai contra o critério anterior no qual a escolha do fornecedor era feita através de critérios subjacentes. ¹³

3.7.1. Visão para a Decisão

a) Interesse do Fornecedor em Entrar na Indústria Aeronáutica

Existem três perguntas-chave que os clientes terão de fazer ao fornecedor: ¹⁴

- 1.^a – Existe tecnologia e *know-how*?
- 2.^a – Existe capacidade excedentária?
- 3.^a – Existe vontade de todos a todos os níveis?

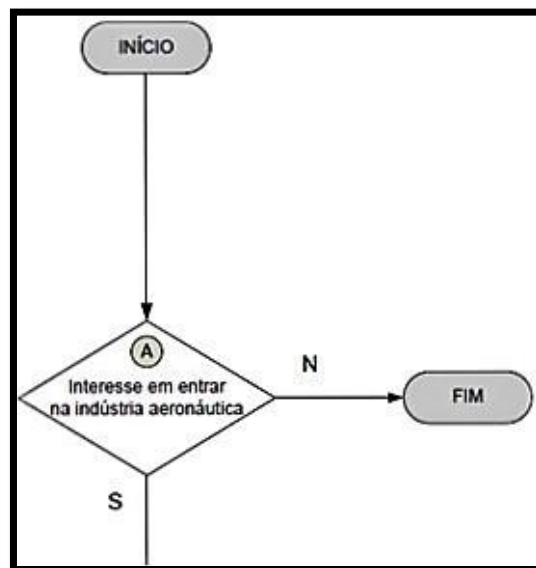


Figura 3. 7 - Interesse do fornecedor na indústria aeronáutica [14]

b) Sistema Normativo de Gestão e Capacidade de Design

Existem três perguntas-chave que os clientes terão de fazer ao fornecedor: ¹⁴

1.^a – Qual o segmento de mercado?

2.^a – Existe um sistema de gestão preparado?

3.^a – Existe capacidade e/ou interesse em projeto?

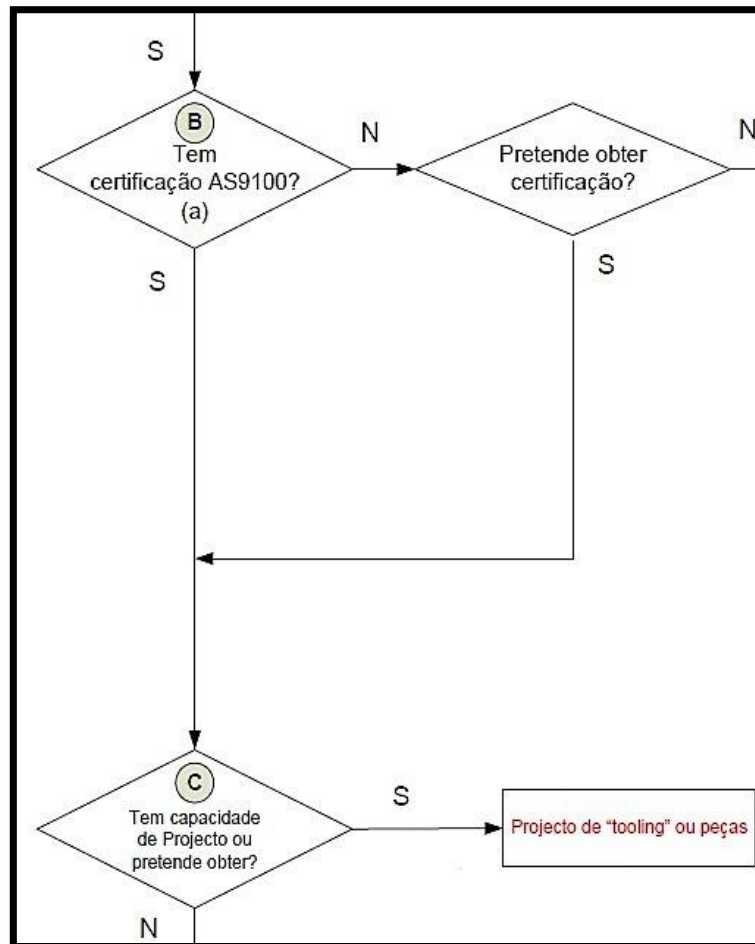


Figura 3. 8 - Sistema normativo de gestão e capacidade de *design* do fornecedor (AS9100=EN9100) [14]

c) Capacidade Tecnológica e Necessidade de Subcontratação

Existem três perguntas-chave que os clientes terão de fazer ao fornecedor: ¹⁴

1.^a – Qual a política “*make or buy*”?

2.^a – Arquitetura dos processos?

3.^a – Como gerir processos especiais?

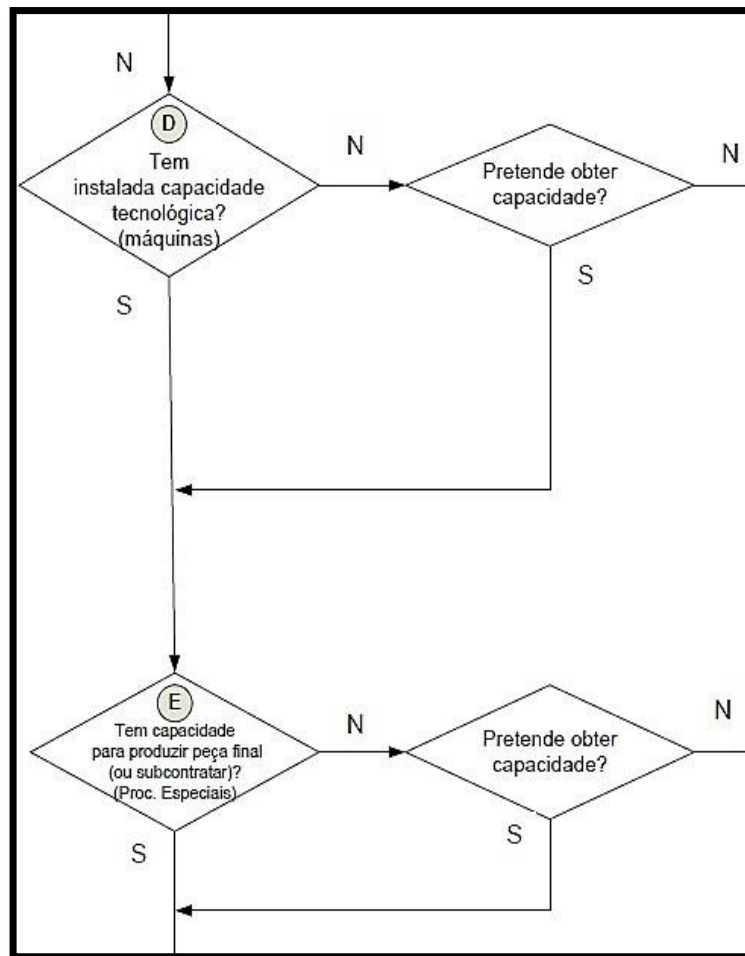


Figura 3. 9 - Capacidade tecnológica e necessidade de subcontratação do fornecedor
[14]

d) Investimento na Certificação

Existem três perguntas-chave que os clientes terão de fazer ao fornecedor:

- 1.^a – Os recursos são adaptáveis?
- 2.^a – Os processos estão preparados para integrar uma normativa ou regulamento aplicável?
- 3.^a – Existe capacidade de investimento?

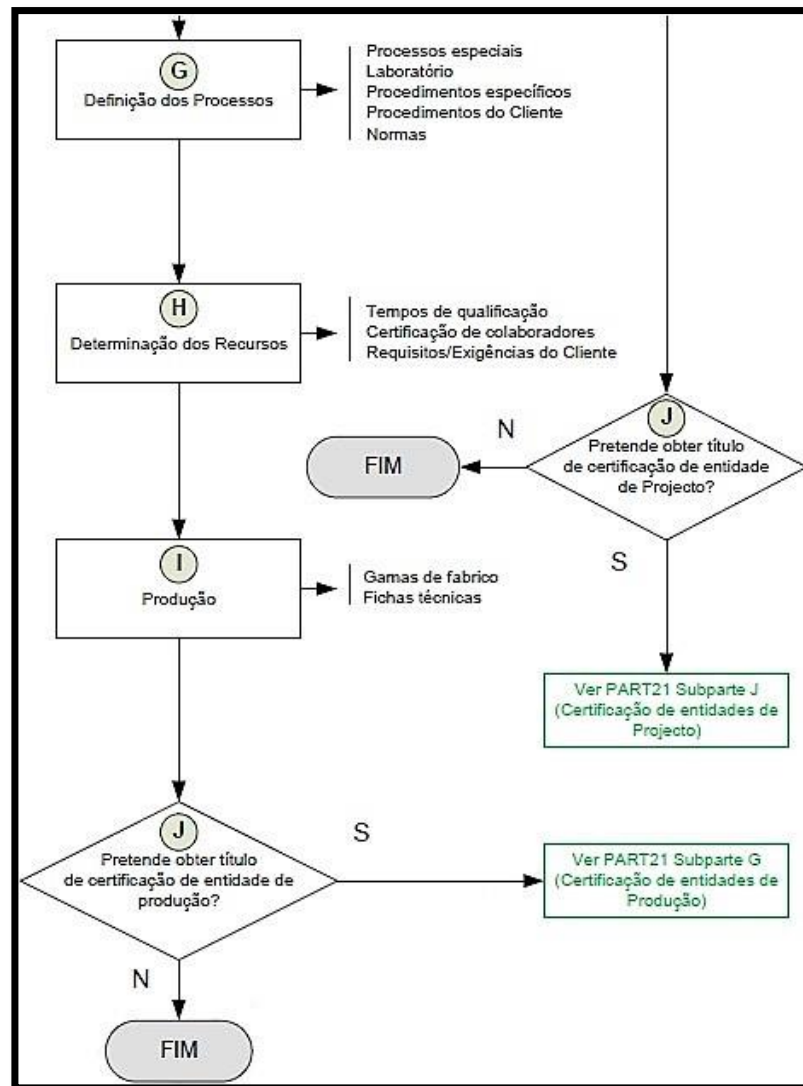


Figura 3. 10 - Investimento na certificação de fornecedores [14]

3.7.2. Organização

Em termos de organização o cliente espera que o fornecedor prepare/faça: ¹⁴

- ✓ Planeamento da qualidade aplicada à fabricação;
- ✓ Ações de pré-contratualização:
 - Análise de viabilidade e risco;
 - Elaboração e negociação de contrato.
- ✓ Rastreabilidade;
- ✓ Gestão do processo;
- ✓ Não conformidades no produto;
- ✓ Capacidades do processo;

- ✓ Documentação técnica;
- ✓ Melhoria continua.

3.8. A Indústria Aeronáutica em Portugal

De modo a prever um futuro posicionamento das empresas portuguesas em determinados segmentos de mercado, desenvolver e planear a oferta portuguesa, é necessário verificar as diversas aptidões nacionais, algumas já vistas na indústria automóvel. Segmentos de mercado tais como: ¹²

- Estruturas aeronáuticas;
- Ferramentas e equipamentos de apoio à produção e manutenção;
- Interiores aeronáuticos (fabrico sujeito à reconversão dos processos produtivos e de certificação presentes no setor automóvel);
- Manutenção (gestão da frota e do ciclo de vida dos aviões);
- Módulos funcionais específicos (sistemas pneumáticos, elétricos, etc.);
- Reconfiguração de aviões;
- *Software*.

A indústria aeronáutica nacional deve basear o seu posicionamento em fatores de capacidade empreendedora e de competitividade baseados na inovação para o produto final. Deverá maximizar as fontes de inovação (centros de inovação e desenvolvimento, universidades e laboratórios) e fontes de produção (tecido empresarial). ¹¹

É difícil obter uma estatística precisa do número de empresas fornecedoras para a indústria aeronáutica em Portugal, pois é possível estas produzirem para este setor sem estarem registadas como fornecedores desta indústria. ¹²

Em Portugal, existe um número pequeno de empresas de pequena e média dimensão que prestam serviço ao setor aeronáutico e que se dedicam também a outros setores industriais como o automóvel, a metalúrgica, os plásticos, os curtumes ou a eletrónica de consumo. ¹¹

Portugal possui uma cadeia de fornecimento aeronáutico fragmentada, dispersa e com um *cluster* pouco expressivo.

A indústria aeronáutica em Portugal não ostenta uma expressão significativa na economia. Apresenta uma estrutura em pirâmide, onde na base estão as PME e no topo as maiores empresas do ramo como a Embraer, OGMA e TAP. ¹⁰

Existem diferenças de volume de negócios entre o setor aeronáutico em Portugal e os restantes países europeus devido, entre outras razões que mostra a figura 3.11, à dispersão global dos clientes e ao mercado extremamente conservador. ¹⁰

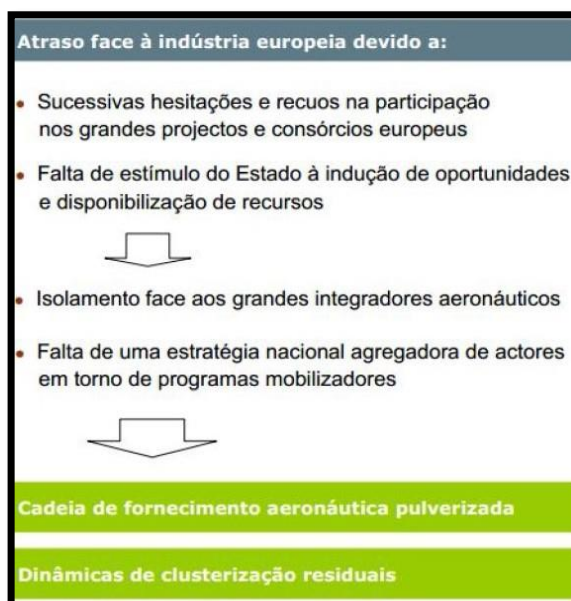


Figura 3. 11 - Principais razões para a desproporção dos volumes de negócio entre o setor aeronáutico nacional e o europeu [10]

Isto torna o setor aeronáutico nacional débil face ao europeu mas não constitui um atraso ao nível tecnológico em termos de investigação de ponta em Portugal. ¹⁰

3.8.1. Distribuição Geográfica

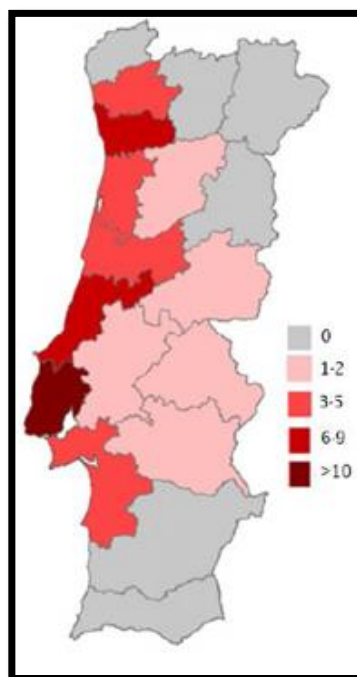


Figura 3. 12 - Distribuição do número de empresas ligadas ao ramo da aeronáutica [10]

O maior número de regiões a operar no ramo da aeronáutica estão localizadas no litoral, norte e centro do país. No entanto, um dos maiores investimentos neste setor é o da Embraer em Évora.¹⁰

O setor aeronáutico em Portugal centra-se no ramo da manutenção e em termos de produção baseia-se em pequenas empresas altamente avançadas em termos de tecnologia dos materiais e processos de fabrico.¹⁰



Figura 3. 13 - Percentagem do volume de negócios que é gerado pela indústria aeronáutica portuguesa [10]

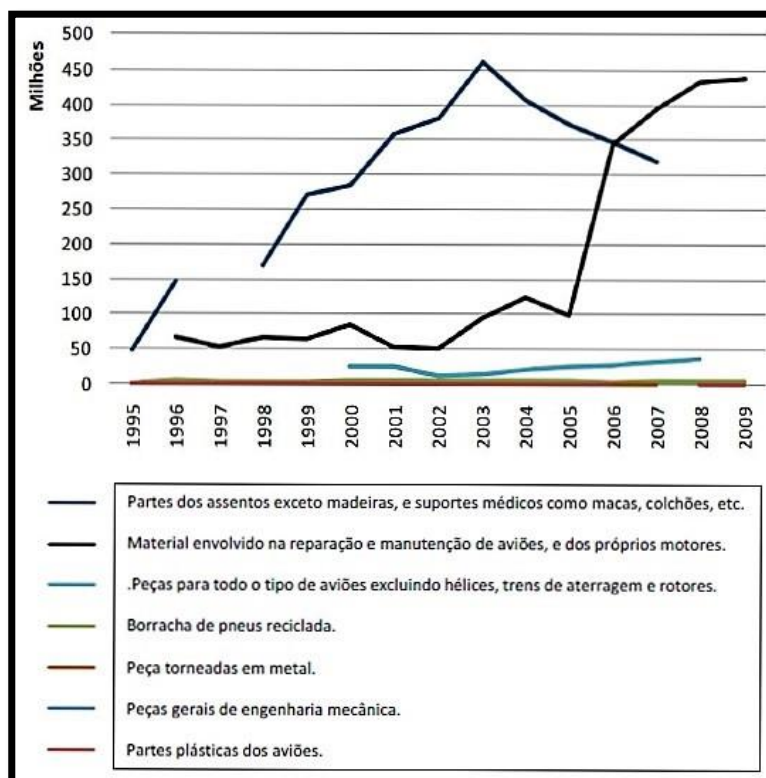


Figura 3. 14 - Volume de negócios da produção especializada de pequenos conjuntos de peças [10]

3.8.2. Perspetivas de Futuro

Um dos maiores obstáculos para o desenvolvimento do setor aeronáutico nacional é a falta de capital para se investir. ¹⁰

A aposta no mercado nacional por parte de grandes empresas (caso da Embraer), poderá levar ao crescimento deste setor como acontece por exemplo na Holanda e na Austrália, que têm uma dimensão semelhante a Portugal mas com um volume de negócios muito superior. ¹⁰

Se Portugal fizer uma gestão apropriada dos recursos técnicos que possui, reunirá as condições necessárias para evoluir o setor aeronáutico com maior foco na produção de peças especializadas e estruturas aeronáuticas. ¹⁰

3.8.3. Estrutura da Indústria Aeronáutica Portuguesa

A estrutura da indústria aeronáutica nacional é representada da seguinte maneira: ¹²

- ✓ Integradores:
 - Embraer;
 - OGMA.
- ✓ MRO (Manutenção, Reparação e Operação):
 - TAP M&E (Manutenção e Engenharia);
 - OGMA.
- ✓ Especialistas:
 - PME.
- ✓ Órgãos de I&D:
 - CEIA;
 - PEMAS.

O CEIA (Centro para a Excelência e Inovação na Indústria Automóvel) surgiu como resposta à necessidade de criação de um centro de especialização vocacionado para a indústria automóvel. Ao longo do tempo tornou-se o centro de competitividade para a indústria da mobilidade onde entra o setor aeronáutico. A área aeronáutica do CEIA tem como objetivos: ¹²

- Desenvolver competências avançadas em áreas com potencial de desenvolvimento;
- Contribuir para a concentração de condições de base para atrair novos projetos de investimento aeronáutico;

- Desenvolver um modelo industrial competitivo em torno da conceção e fabrico aeronáutico.

A CEIA tem também como missão contribuir para a evolução das empresas portuguesas nas cadeias de fornecimento internacionais através da coordenação, gestão, execução e divulgação de ações que visam: ¹²

- Desenvolver estratégias de fornecimento da indústria de componentes a clientes nos mercados globais;
- Especializar a indústria portuguesa na conceção, desenvolvimento, fabrico e validação;
- Desenvolver as cadeias de valor dos construtores em Portugal e no mercado de proximidade;
- Capacitar a indústria portuguesa ao nível do capital humano, do desenvolvimento produtivo e da capacidade de I&D;
- Atrair IDE (*Integrated Development Environment*) orientado para a capacidade de desenvolvimento e produção existente e para novos perfis de especialização.

A PEMAS é a associação de PME e instituições de I&D que tem contribuído para a dinamização de iniciativas e projetos entre os associados e empresas exteriores. A PEMAS tem como objetivo: ¹²

- Promover a indústria aeronáutica enquanto instrumento de desenvolvimento industrial;
- Conferir maior visibilidade e competências disponíveis das PME promovendo-as junto de grandes integradores a trabalhar para o setor aeronáutico e outros setores tecnológicos de interesse nacional;
- Dar suporte à integração e sustentação de PME em cadeias de fornecimento internacionais dentro da indústria aeronáutica.

3.9. O Cluster Aeronáutico em Portugal

De forma a existir uma troca constante de conhecimento, informação e volume de negócio, um *cluster* será mais eficiente quando existe uma coexistência de indústrias relacionadas numa mesma área geográfica. Desta forma, muitos países possuem políticas que estimulam o efeito *cluster* na indústria aeronáutica de modo a maximizar a divulgação tecnológica e criar produtos de alto valor acrescentado para um maior desenvolvimento económico. ¹³

A economia portuguesa beneficiará muito com a criação de um *cluster* aeronáutico pelas mais-valias tecnológicas e pela alteração da cultura industrial. Permitirá um reforço de competências das empresas portuguesas preparando-as para um processo de internacionalização uma vez que poderão melhor posicionar-se para fornecer os grandes construtores da indústria aeronáutica. Permitirá também que as empresas portuguesas integrem projetos de elevado valor acrescentado, com maior incorporação tecnológica.¹⁶

Alguns pontos como a diferença de cultura entre o setor aeronáutico e o automóvel, a tipologia de processos de fabrico, o nível de certificações exigidas e as técnicas de orçamentação, necessitam de ser melhorados e que mediante o trabalho em rede entre as empresas serão corrigidos.¹⁶

É fundamental a definição de políticas apropriadas em paralelo com iniciativas públicas e privadas para a união de esforços de dinamização e aumento de competitividade do setor aeronáutico português.¹⁶

O recente crescimento do setor aeronáutico a nível mundial mostra que uma aposta na criação do *cluster* vem criar oportunidades para outros setores como os têxteis, os polímeros e o software.¹⁶

Portugal tem a possibilidade de desenvolvimento de um *cluster* aeronáutico nacional, em torno das três grandes empresas - Embraer, OGMA e TAP M&E tirando partido a nível tecnológico e gerando um efeito de arrastamento das atividades já estabelecidas.²

Existe um elevado *know-how* acumulado em engenharia e capacidade técnica que facilitará a qualificação das empresas para o fornecimento do setor aeronáutico. Existe também um conjunto de empresas, muitas delas PME, que apresentam potencialidades para integrar o *cluster* aeronáutico nacional.¹⁶

3.10. Súmula Conclusiva

Na indústria aeronáutica a escolha dos fornecedores é feita na fase de projeto e por norma mantem-se enquanto o modelo de avião estiver no mercado. Os fornecedores são selecionados depois de se avaliar a capacidade e desempenho destes.

Não é possível obter o número de empresas fornecedoras da indústria aeronáutica em Portugal pois estas fornecem outras indústrias (automóvel, metalúrgica, plásticos, curtumes, etc...) e não estão registadas como fornecedoras deste setor.

O setor aeronáutico nacional centra-se no ramo da manutenção e baseia-se em PME avançadas em termos de tecnologia dos materiais e processos de fabrico.

¹⁶ aicep Portugal Global, "*Aeronáutica Portuguesa – Um sector com futuro*", Revista Fevereiro/Março 2010

O principal obstáculo que impede o desenvolvimento do setor aeronáutico em Portugal é a falta de capital para se investir.

Para que Portugal tenha as condições necessárias para evoluir neste setor terá que fazer uma correta gestão dos recursos técnicos que possui e a sua produção terá que ser mais focada em peças especializadas e estruturas aeronáuticas.

A cadeia de fornecimento aeronáutico nacional é fragmentada, dispersa e com um *cluster* pouco expressivo.

Através das três grandes empresas (Embraer, OGMA e TAP M&E) e de um conjunto de PME instaladas em Portugal existe a possibilidade de desenvolvimento de um *cluster* aeronáutico tirando partido de tecnologias e atividades já estabelecidas.

O elevado conhecimento acumulado em engenharia e capacidade técnica proveniente de outros setores irá facilitar a qualificação das empresas que escolherem fornecer a indústria aeronáutica.

Os setores que irão obter mais vantagens com a aposta na criação de um *cluster* no território português serão os têxteis, os plásticos e o software. Logo, Portugal terá de apostar nos mesmos.

Capítulo 4 – Desenvolvimento de um Produto

4.1. Introdução

O presente capítulo surge como um enquadramento teórico suportado por uma pesquisa bibliográfica cujo tema é o desenvolvimento de um produto aplicado a qualquer empresa de engenharia.

Este capítulo pretende demonstrar o valor da gestão de projetos e sua importância no desenvolvimento do produto e nas formas de estrutura organizacional de uma empresa.

Aborda o processo de desenvolvimento de um produto, as suas fases e o seu desempenho, o ciclo de vida do projeto e do produto, o processo de gestão de projetos e o processo de desenvolvimento desde o caderno de encargos até à peça final.

Esta análise permitirá concluir que o processo de desenvolvimento de um componente, desde a receção da documentação do cliente ao produto final, quer na indústria automóvel, quer na indústria aeronáutica é idêntico.

4.2. Processo de Desenvolvimento de um Produto

O desenvolvimento de um produto tem como base informações, entre outras, sobre: ¹⁷

- ✓ As necessidades do cliente;
- ✓ Características dos produtos atuais;
- ✓ Informação competitiva de produtos;
- ✓ Princípios de engenharia.

Documentar e sistematizar o processo de desenvolvimento de produtos origina a que as particularidades de cada projeto e equipa de desenvolvimento sejam atendidas e que sejam utilizadas as melhores práticas de projeto. ¹⁷

As principais especificidades do processo de desenvolvimento do produto são:

- Elevado grau de incertezas e riscos das atividades e resultados;
- As decisões mais importantes são tomadas no início do processo quando as incertezas são maiores;

¹⁷ Brigantini, José; “*Proposta para Melhoria do Processo de Desenvolvimento de Produto de uma Empresa Fabricante de Motores Diesel*”, Dissertação em Engenharia Automotiva, EPUSP, São Paulo, 2008

- Existe dificuldade em alterar as decisões iniciais;
- As atividades básicas seguem um ciclo iterativo de detalhamento da engenharia de produto e processo: Projetar-Construir-Testar-Otimizar;
- Manipulação e criação de um enorme volume de informações;
- Informações e atividades provêm de diversas fontes e áreas da empresa e da cadeia de fornecimento;
- Multiplicidade de requisitos a serem atendidos pelo processo, considerando todas as fases do ciclo de vida do produto e os seus clientes.

Tanto no setor automóvel como no setor aeronáutico, o processo de desenvolvimento de produtos têm um tempo necessário para se completar cada ciclo de “Projetar-Construir-Testar-Otimizar” muito longo. Este tempo de desenvolvimento é influenciado pelas seguintes características: ¹⁷

- Projetos de produtos de alta complexidade no ponto de vista técnico;
- O tempo de construção de protótipos devido à construção das ferramentas provisórias, para então se produzir as peças;
- Elevados tempos de teste;
- A análise do resultado dos testes; alguma falha ocorrida durante o teste; determinação da causa desta falha; implementação da melhoria no projeto do produto; modificação da ferramenta ou processo e produção de uma nova versão do produto.

4.3. Fases do Processo de Desenvolvimento de um Produto

As fases do processo formam uma sequência lógica, criada para assegurar uma adequada definição do produto. ¹⁷

O desenvolvimento do produto está dividido em quatro fases: ¹⁷

- ✓ Desenvolvimento do conceito;
- ✓ Planeamento do produto;
- ✓ Engenharia do produto ou processo;
- ✓ Produção piloto e aumento da produção.

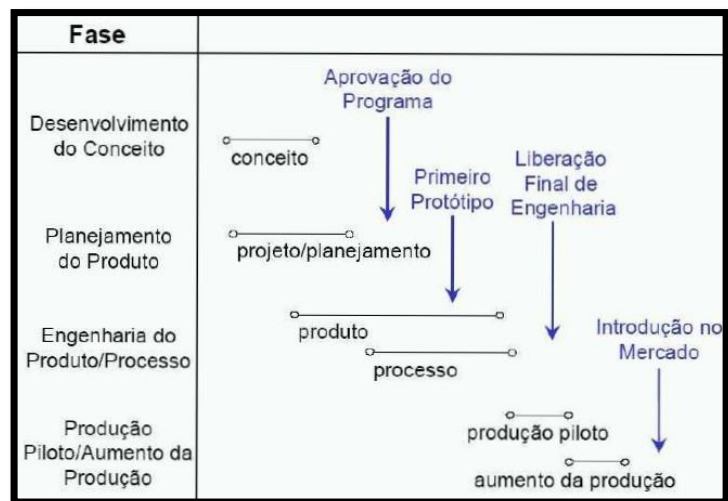


Figura 4. 1 - Fases do desenvolvimento de produtos [17]

4.4. Desempenho do Processo de Desenvolvimento de um Produto

Uma empresa que se destaca em desenvolvimento de produto é consistente em todo o seu sistema de desenvolvimento, abrangendo a sua estrutura organizacional habilidades técnicas, processos de solução de problemas, cultura e estratégia. ¹⁷

No processo de desenvolvimento de produto surgem três pontos que podem prejudicar a sua capacidade para atrair e satisfazer o consumidor: ¹⁷

- **Qualidade** – Pode afetar ao nível da qualidade do produto e a capacidade da empresa produzir o que foi projetado, isto é, conformidade do produto;
- **Tempo de Desenvolvimento** – representa a rapidez da empresa a desenvolver um produto da sua concepção à colocação no mercado. Este tempo afeta a execução do projeto e a aceitação do produto no mercado;
- **Produtividade** – representa a quantidade de recursos utilizados desde a concepção até à colocação no mercado (horas de trabalho, materiais, equipamentos, serviços,...). Tem pouco efeito no custo unitário do produto, mas pode afetar o número de projetos que uma empresa pode realizar simultaneamente.

Existem quatro indicadores importantes ligados ao desempenho de um projeto: ¹⁷

- ✓ Tempo de execução;
- ✓ Recursos humanos;
- ✓ Custo do projeto;
- ✓ Eficácia.

4.5. Ciclo de Vida do Projeto e do Produto

É conhecido como ciclo de vida de um projeto o conjunto das fases de um projeto que compõem uma sequência lógica, concebidas para assegurar uma adequada definição do produto do respetivo projeto. ¹⁷

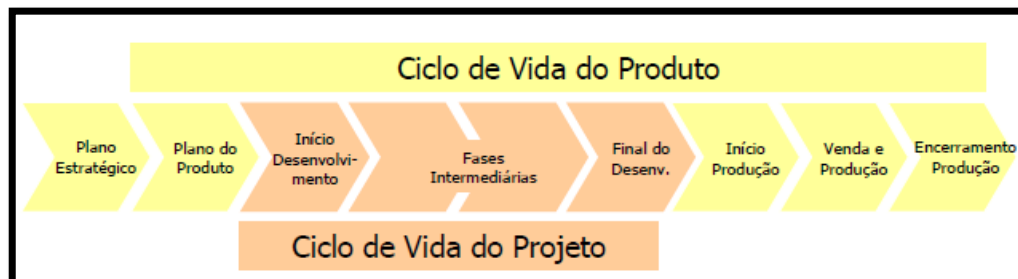


Figura 4. 2 - Relação entre o ciclo de vida do produto e o ciclo de vida do projeto [17]

O ciclo de vida de um projeto define também que tipo de trabalho técnico é realizado em cada fase e quem deve estar envolvido em cada fase. ¹⁷

Existem características comuns na maioria das descrições do ciclo de vida de projeto:

- Custo e quantidade de pessoas integrantes da equipa são baixos no início do projeto, aumentam no decorrer do mesmo e diminuem na fase final;
- A probabilidade de terminar o projeto no início é baixa com elevados riscos e incertezas, à medida que o projeto decorre até ao seu fim a probabilidade vai aumentando;
- O custo de mudanças de erros aumenta à medida que o projeto se desenvolve.

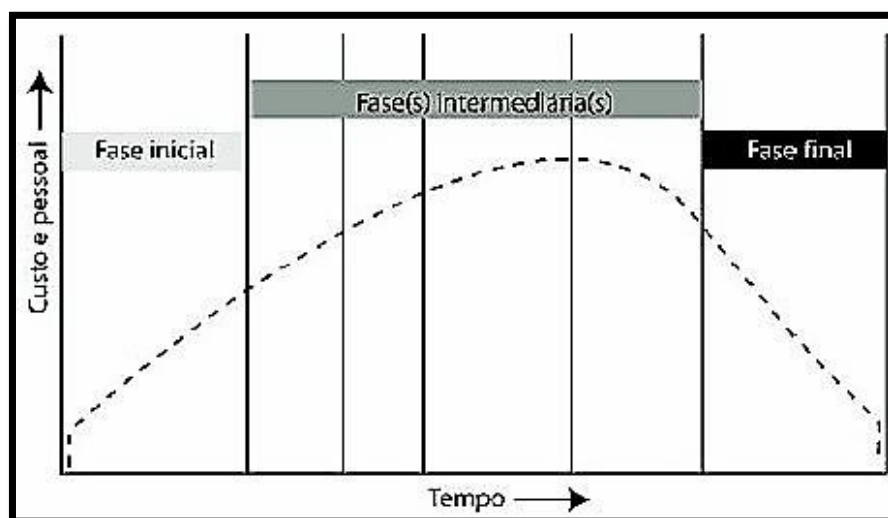


Figura 4. 3 - Nível típico de custo e pessoal durante o ciclo de vida do projeto [17]

Na fase de desenvolvimento de um produto, a principal ferramenta para a gestão do ciclo de vida do mesmo está ligada às necessidades de cada empresa nas várias áreas de trabalho, o que permite o armazenamento de informação relevante para os projetos.¹⁷

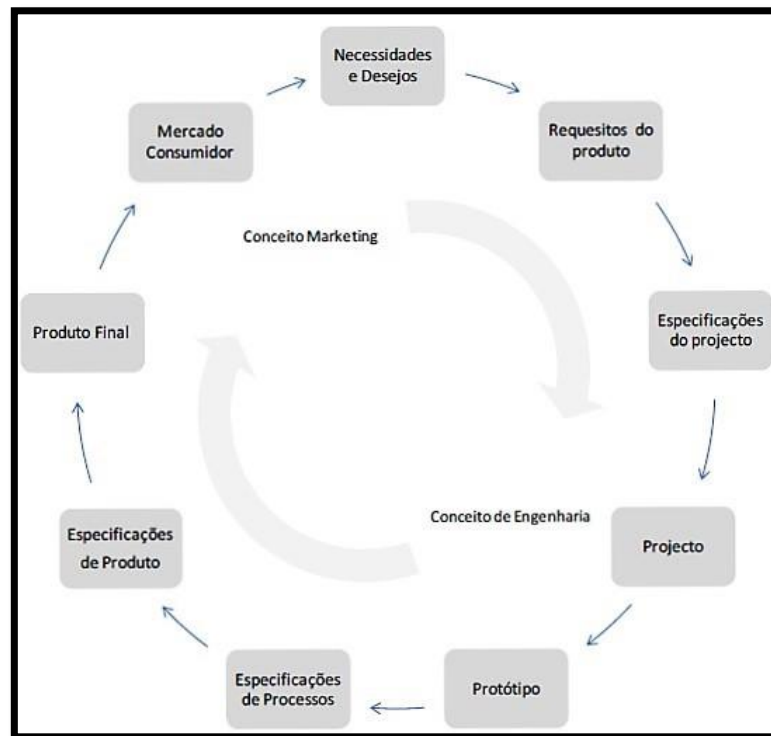


Figura 4. 4 - Atividades cíclicas no desenvolvimento de produto [18]

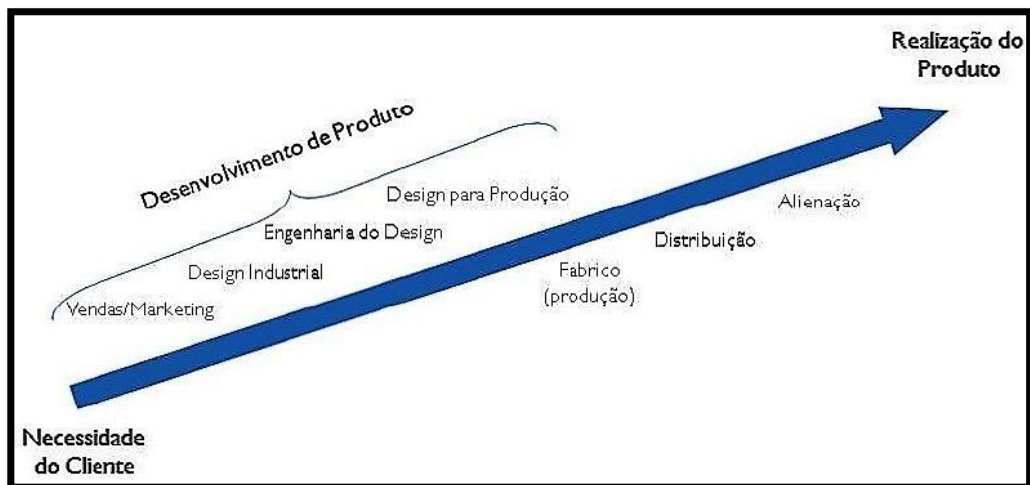


Figura 4. 5 - Desenvolvimento de produto posterior à conceção [19]

¹⁸ Matos, Marco; “*Percurso de um Projeto no Sector Automóvel – Caso de Estudo*”, DEM, UA, 2013

¹⁹ Santos, Ricardo; “*Engenharia do Design – A Engenharia no Processo de Design da Indústria Automóvel*”; Dissertação em Design de Equipamento, Especialização em Design de Produto, ULFBA, 2013

4.6. Processo de Gestão de Projetos

Nas empresas de engenharia em Portugal, a gestão de projetos representa um desafio constante. O âmbito, o custo, o prazo, a qualidade e o risco são as variáveis que têm de ter um adequado controlo com base em técnicas e competências difíceis de gerir.¹⁸

O PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) é uma matriz utilizada na indústria em vários setores, onde integra as diferentes variáveis de um projeto tais como a aplicação do conhecimento adquirido, as competências, as ferramentas e as técnicas para se encontrar com as exigências do projeto.¹⁸

O PMBOK define o ciclo de vida de um projeto em 7 grupos de processos e 9 áreas de conhecimento da competência da gestão do projeto. Os 7 processos adaptam-se à grande maioria dos projetos, mas pode haver casos onde não sejam necessárias todas as interações. Cada processo contém entradas e saídas e descrevem-se como:¹⁸

- a) **Entradas** – Itens documentáveis que influenciam o projeto;
- b) **Ferramentas e Técnicas** – Mecanismos aplicados às entradas para criar as saídas;
- c) **Saídas** – Itens documentáveis resultantes do processo.

Os 7 grupos de processos de gestão de um projeto definidos pelo PMBOK são os seguintes:¹⁸

- 1. **Processos de Iniciação** – Autorização do projeto ou fase;
- 2. **Processos de Planeamento** – Definição dos objetivos e seleção das melhores alternativas de ação de modo a alcançar os objetivos;
- 3. **Processos Essenciais:**
 - Planeamento do âmbito;
 - Detalhe do âmbito;
 - Definição das atividades;
 - Sequenciamento das atividades;
 - Desenvolvimento do cronograma;
 - Planeamento da gestão de riscos;
 - Planeamento dos recursos;
 - Estimativa dos custos;
 - Orçamento dos custos;
 - Desenvolvimento do plano de projeto.

4. **Processos Facilitadores:**

- Planeamento da qualidade;
- Planeamento organizacional;
- Montagem da equipa;
- Planeamento das comunicações;
- Identificação dos riscos;
- Análise qualitativa dos riscos;
- Análise quantitativa dos riscos;
- Planeamento de resposta a riscos;
- Planeamento das aquisições;
- Preparação das aquisições.

5. **Processos de Execução:**

- Execução do plano do projeto;
- Garantia da qualidade;
- Desenvolvimento da equipa;
- Distribuição das informações;
- Pedido de propostas;
- Seleção de fornecedores;
- Gestão de contratos.

6. **Processos de Controlo:**

- Controlo integrado de alterações;
- Verificação do âmbito;
- Controlo das alterações do âmbito;
- Controlo do cronograma;
- Controlo dos custos;
- Controlo da qualidade;
- Relatório de desempenho;
- Controlo e monitorização de riscos.

7. **Processos de Encerramento** – Formalizar a aceitação do projeto ou fase e encerrá-lo.

De acordo com o PMBOK, as 9 áreas de conhecimento em que a gestão de projetos se desenvolve são as seguintes: ¹⁸

- a) **Integração** – Assegurar que os diversos elementos do projeto são adequadamente coordenados. Incluem os processos de desenvolvimento do plano de projeto, execução do plano e controlo integrado das alterações;
- b) **Âmbito** – Assegurar que o projeto contenha todo o trabalho solicitado. É composto pelos processos de início, de planeamento/detalhe/verificação do âmbito e controlo das alterações do âmbito;
- c) **Tempo** – Assegurar que o projeto termina dentro do prazo. Abrange os processos de definição/encadeamento das atividades, estimativa da duração das atividades, desenvolvimento/controlo do cronograma;

- d) **Custo** – Assegurar que o projeto se conclui dentro do orçamento previsto. É composto pelos processos de planeamento dos recursos, estimativa/orçamento/controlo de custos;
- e) **Qualidade** – Assegurar que as necessidades que originam o desenvolvimento do projeto são satisfeitas. Incluem os processos de planeamento/garantia/controlo da qualidade;
- f) **Recursos Humanos** – Proporcionar a melhor utilização das pessoas no projeto. Abrange os processos de planeamento organizacional, constituição/desenvolvimento da equipa;
- g) **Comunicação** – Assegurar que a produção, obtenção, distribuição e armazenamento sejam efetuadas de forma adequada e no tempo certo. Incluem os processos de planeamento das comunicações, distribuição das informações, relatórios de desempenho e encerramento administrativo;
- h) **Riscos** – Descreve os processos que dizem respeito à identificação/análise quantitativa de riscos, desenvolvimento das respostas aos riscos e controlo e monitorização dos riscos;
- i) **Aquisições** – Aquisição de mercadorias e serviços fora da organização. É composto pelos processos de planeamento/preparação das aquisições, obtenção das propostas, seleção dos fornecedores e administração/encerramento dos contratos.

4.7. Processo de Desenvolvimento desde o Caderno de Encargos até à Peça Final

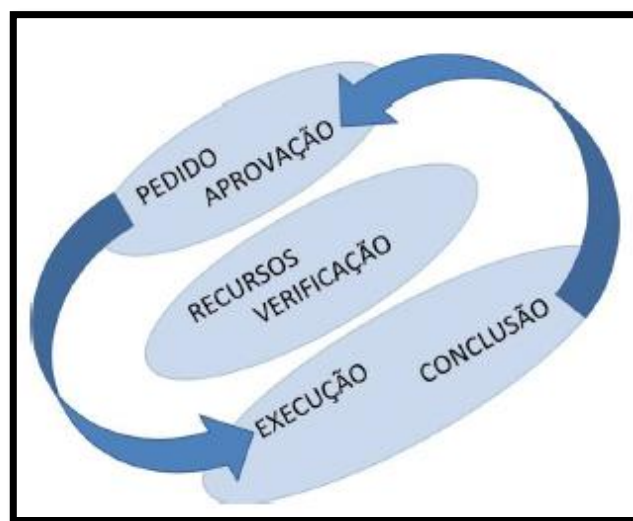


Figura 4. 6 - Fluxo informação no gabinete de engenharia [18]

i. Descrição dos Processos

Para se iniciar o desenvolvimento de um produto é necessário elaborar um caderno de encargos no qual serão indicadas todas as características técnicas e normas associadas.¹⁸

A industrialização é o estudo do processo produtivo do produto. Inicia-se durante o desenvolvimento do produto e estende-se até à fase de validação do mesmo.

ii. Propostas e Consultas de Clientes

Inicia-se com a seleção dos pedidos de cotação solicitados pelos clientes que terão de ir ao encontro com o interesse e capacidade da empresa.¹⁸

Serão definidos os custos de operações, ferramentas, matérias-primas e componentes. É então formalizada uma proposta para apresentar ao cliente. Caso o projeto seja adjudicado, será selecionada uma equipa de seguimento do projeto.

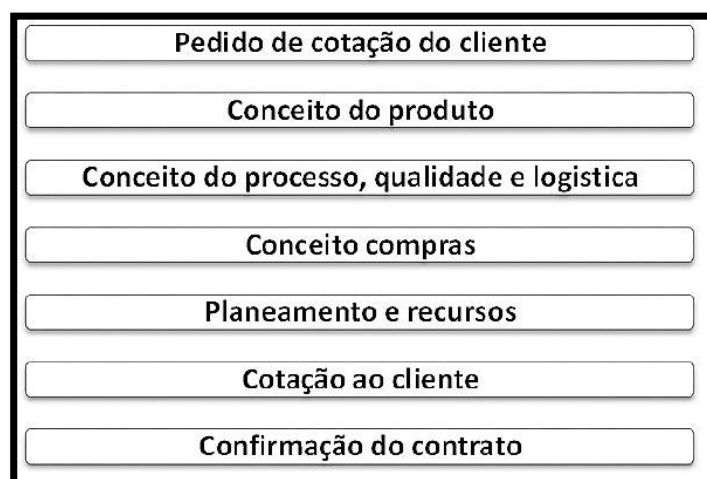


Figura 4. 7 - Fase de cotação de propostas [18]

iii. Desenvolvimento do Produto e Processo

Nesta fase serão verificados todos os dados de entrada tais como ficheiros 2D e 3D, *e-mails* ou dossiers técnicos. São analisadas as necessidades de investimento do projeto e as cadências produtivas.¹⁸

A equipa de seguimento do projeto realizará um planeamento global com datas para as atividades.¹⁸



Figura 4. 8 - Fase de desenvolvimento [18]

iv. Fase de Benchmarking ao Produto ou Conceitos

Definem-se ações que possam gerar melhorias no produto com base nas lições aprendidas anteriormente e que deverão ser ponderadas juntamente com os seus custos. O departamento de I&D avalia essas ações e apura se podem ser integradas no produto de modo a acrescentar-lhe valor.¹⁸

v. FMEA de Produto e Processo

O FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) é um processo obrigatório durante a fase de desenvolvimento de um produto. Tem como objetivo trazer ao produto maior qualidade contribuindo para melhorar a sua eficiência e processo. Através desta análise funcional do produto tem-se a perceção dos elementos que podem contribuir para falhas e onde estão os maiores riscos.¹⁸

vi. Analisar Lista de Materiais

É muito importante definir a estrutura do produto e a sua ligação ao processo no sistema da empresa. Todos os consumíveis, tais como componentes ou matérias-primas que constituem o produto, devem estar parametrizados.¹⁸

vii. Verificar a Exequibilidade do Produto

De modo a garantir que todas as especificações do produto são cumpridas, é feita uma análise de exequibilidade do produto:¹⁸

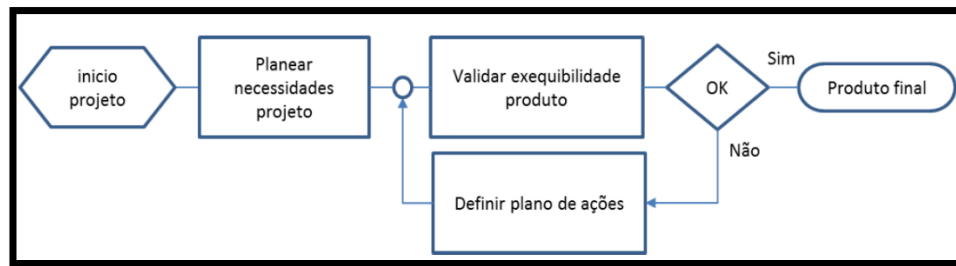


Figura 4. 9 - Exequibilidade do produto [18]

✓ **Confirmação da disponibilidade do caderno de encargos e todas as especificações do produto**

O caderno de encargos, como já foi dito anteriormente, contém as especificações do produto bem como as normas e testes que os produtos e matérias-primas têm de respeitar. Este documento é essencial na fase de desenvolvimento do produto para que as especificações e normas sejam respeitadas.

✓ **Verificar se estão definidas as tolerâncias e os locais de controlo dimensional**

A equipa de seguimento do projeto tem de definir as zonas consideradas sensíveis onde se pretende realizar um controlo para garantir que os requisitos são respeitados.

✓ **Considerar sistemas de anti erro numa montagem (*Poka-Yoke*)**

Para prevenir a ocorrência de erros num processo de montagem cria-se assimetria nos sistemas de fixação (gabaritos, dispositivos, etc...) que torna impossível a montagem incorreta.

✓ **Verificar se o comportamento mecânico/térmico/impacto foi validado por elementos finitos considerando a matéria-prima**

É necessário validar a resistência e o comportamento aos esforços especificados das peças.

✓ **Assegurar o cumprimento da regulamentação de segurança**

Certificar que são cumpridas as normas de segurança exigidas em relação aos testes efetuados nas peças e à segurança dos operadores. Verificar que as matérias-primas utilizadas pertencem à lista de materiais autorizados pelos clientes e pela legislação.

4.8. Súmula Conclusiva

O ciclo de “Projetar-Construir-Testar-Otimizar” na fase de desenvolvimento de um produto, quer na indústria automóvel, quer na indústria aeronáutica é muito extenso devido às características deste tipo de projetos que têm um elevado grau de riscos e incertezas e uma elevada complexidade do ponto de vista técnico.

Uma empresa destaca-se de outras empresas quando o seu desenvolvimento de produto é consistente em todo o seu sistema abrangendo a sua estrutura organizacional, habilidades técnicas, processos de solução de problemas, cultura e estratégia.

As variáveis como o âmbito, custo, prazo e risco têm que ser controladas adequadamente com base em técnicas e competências difíceis de gerir.

A industrialização de um produto inicia-se com o pedido de cotação do cliente, passa pelo estudo de planeamento e recursos, pela confirmação do contrato caso seja adjudicado, pela criação de uma equipa de seguimento do projeto, pela conceção e desenvolvimento do produto, validação e finaliza com a definição do produto.

Capítulo 5 – Componentes de Interior

5.1. Introdução

O presente capítulo surge como um enquadramento teórico suportado por uma pesquisa bibliográfica cujo tema é os componentes de interior na indústria de interiores de automóvel e aeronáutica.

Este capítulo procura sistematizar informações sobre os componentes de interior de um automóvel (exceto parte elétrica e eletrônica) e de um avião comercial (apenas a cabine de passageiros). Devido à estreita relação destes componentes com a segurança e o conforto estes vêm obtendo uma maior parcela nos custos finais.

Aborda a definição de componentes de interior, a sua caracterização, a sua funcionalidade e o seu fornecimento.

5.2. Componentes de Interior de um Automóvel

5.2.1. Definições

Componentes de interior de um automóvel são módulos e peças que têm como função a segurança e conforto do condutor e dos passageiros.²⁰

A definição de componente de interior pode ser compreendida como o que pode ser visto dentro de um automóvel.

A importância do apelo estético levou a uma enorme variedade de combinações de acabamentos (*interior trim*) de acordo com o modelo e cor da carroçaria do automóvel (*exterior trim*).



Figura 5. 1 – The new MINI [21]

²⁰ BNDES – O banco nacional do desenvolvimento; “*Interiores – Assentos Automotivos e Componentes de Interior*”, Área de Operações Industriais, Gerência Sectorial 2, Outubro de 1997

²¹ www.carbodydesign.com/, consultado em Junho de 2015

O interior de um automóvel pode ser considerado como um sistema integrado complexo baseado nos seguintes fundamentos: ²⁰

- ✓ **Técnicos** – É necessário um desenho do conjunto dos componentes interiores devido à sua similaridade tanto nos materiais utilizados como no seu *design*;

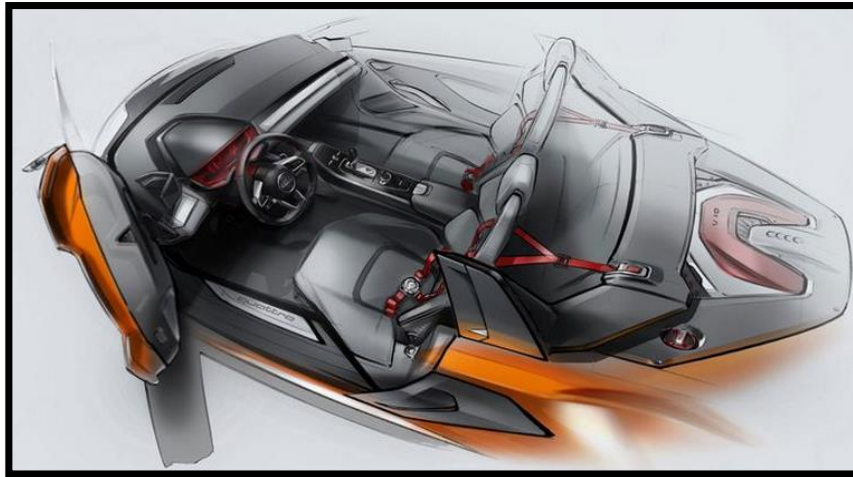


Figura 5. 2 - Audi Nanuk quattro Concept – Esboço do design interior [21]

- ✓ **Estética** – Devido à variedade de materiais, acabamentos e cores é vital garantir que as texturas e cores dos componentes combinem. Como consequência, os construtores transferem esta complexa gestão a fornecedores;



Figura 5. 3 - 2015 Smart Fortwo [21]

- ✓ **Segurança** – Existem muitos requisitos de segurança. Logo, todo o sistema tem de ser pensado como um conjunto.

5.2.3. Modularização e Funcionalidade

Os fabricantes de componentes para automóveis têm optado pela construção do interior através de um conjunto de módulos integrados. ¹

No desenvolvimento dos módulos, os requisitos funcionais críticos têm de ser alcançados de modo a que estes funcionem. Estes requisitos críticos são estabelecidos pela legislação com maior ênfase nos aspetos de segurança e pelas especificações dos OEM. ¹

Os requisitos funcionais críticos podem também ser expressos na forma de propriedades dos materiais de modo a que se possa estabelecer uma relação entre propriedades e funções de forma a facilitar a seleção dos materiais. No entanto, devido à utilização de diferentes materiais ou combinação destes, diferentes formas e espessuras, e diferentes tecnologias de processamento, a avaliação dos resultados impõe a realização de ensaios que simulem situações reais de utilização. ¹

5.2.4. Identificação e Caracterização dos Módulos

A função principal do interior de um automóvel é conceber isolamento do exterior contra condições climáticas adversas, ruído, agressões físicas por impactos de elementos exteriores, etc. Com este intuito foi criado um espaço interior, ao qual têm sido dada muita importância nos últimos tempos. ¹

O interior deve proporcionar conforto na posição de condução e de transporte, durante longas permanências nesta posição oferecendo uma condução eficaz. ¹

A adoção da construção do interior por módulos não é igual para todos os OEM e nem todos os módulos estão igualmente desenvolvidos de forma que se possa atribuir-lhes esta designação. ¹

Foram identificadas as principais funções para cada um dos módulos de interior de um automóvel: ¹

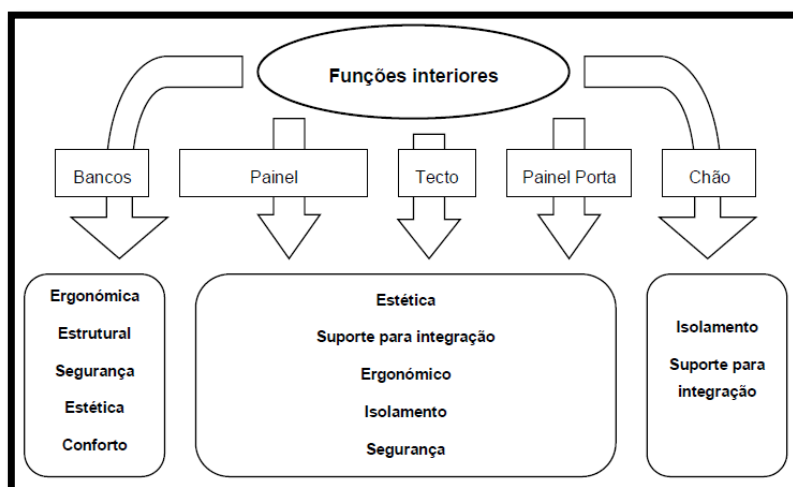


Figura 5. 5 - Funções do interior de atribuídas aos módulos [1]

a) Painel de Porta

O módulo de porta nem sempre é fornecido aos OEM para a montagem final como um todo, isto porque os componentes funcionais tais como os mecanismos de movimentação dos vidros e altifalantes podem ser montados na parte metálica da porta. No entanto, com o constante aumento de acessórios funcionais na porta e a crescente tendência para a modularização, poderá ser que num futuro próximo o fornecimento deste módulo seja com maior integração. ¹

O módulo de painel de porta é considerado como o componente de interior associado ao módulo porta e tem como funções principais: ¹

- ✓ Absorver energia em caso de colisão;
- ✓ Insonorização;
- ✓ Apoio de braço;
- ✓ Suportar e ocultar um conjunto de mecanismos e estrutura;
- ✓ Ajuda a criar o espaço interior.

Em geral, este módulo é constituído pelas seguintes peças: ¹

- Painel interior de acabamento estético (*interior trim*);
- Painel interior (substrato);
- Manípulos;
- Altifalante.



Figura 5. 6 - Painel de porta [21]

b) Painel de Instrumentos

O módulo de painel de instrumentos é o componente do cockpit que mais influência todo o interior. Serve como suporte da maioria dos componentes de

interior de um automóvel e suporta um conjunto cada vez maior de componentes de eletrónica, como sensores de *airbag*, sistemas de navegação ou sistemas de hi-fi. ¹

Desempenha um papel muito importante na segurança pois é um módulo com funções estruturais. A rigidez deste módulo é essencial para se garantir um elevado nível de conforto e aumento de segurança do ocupante. ¹

O módulo de painel de instrumentos tem como funções principais: ¹

- ✓ Controlo de funções por parte do condutor;
- ✓ Absorver energia em caso de colisão;
- ✓ Redução da vibração do volante;
- ✓ Insonorização dos ruídos do motor;
- ✓ Fornecimento de fluxo de ar (quente ou frio);
- ✓ Display de informação e entretenimento.

Em geral, este módulo é constituído pelas seguintes peças: ¹

- Tablier;
- Mostrador;
- Consola central;
- Volante;
- Computador de bordo;
- *Airbag*;
- Porta-luvas.



Figura 5. 7 - Honda HR-V - Interior Design Sketch Render [21]

c) **Bancos**

O módulo de banco foi um dos primeiros a ser autonomizado como módulo. O banco é um dos componentes de interior mais estudado pois incorpora funções de segurança e ergonomia de extrema importância para os ocupantes.¹

O módulo de banco tem como funções principais:¹

➤ **Segurança:**

- ✓ Resistência relativamente à fixação do banco;
- ✓ Funcionamento em conjunto com o cinto de segurança e *airbag*;
- ✓ Absorver energia em caso de colisão pelo apoio de cabeça e espumas.

➤ **Posicionamento para condução e transporte:**

- ✓ Controlo do automóvel;
- ✓ Acesso aos instrumentos de condução.

➤ **Conforto:**

- ✓ Flexibilidade de posições e movimentos;
- ✓ Atenuação de vibrações;
- ✓ Resiliência e dureza das espumas;
- ✓ Textura e condução térmica das capas.

➤ **Estética** - Dimensão e forma compatível com o espaço interior (*interior trim*).

Em geral, este módulo é constituído pelas seguintes peças:¹

- Estrutura;
- Apoio de cabeça;
- Capas;
- Espumas;
- Manipulos.



Figura 5. 8 - Conceito de assento flexível para uma melhor proteção dos ocupantes [22]

²² ATZ, “*Developing a Comfort Seat*”, Industry Comfort, Volume 113, Novembro de 2011

d) Chão

O módulo do chão tem como funções principais:

- ✓ Isolamento acústico e térmico;
- ✓ Estética.

De um modo geral, este módulo é constituído pelas seguintes peças:

- Tapete insonorizante;
- Tapete exterior.



Figura 5. 9 - Tapete de chão [21]

e) Teto

O módulo do teto tem como funções principais:

- ✓ Isolamento sonoro e térmico;
- ✓ Suporte de partes;
- ✓ Estética.

De um modo geral, este módulo é constituído pelas seguintes peças:

- Estrutura e revestimento;
- Pala de sol;
- Luzes.



Figura 5. 10 - Teto de um automóvel [21]

5.3. Componentes de Interior de um Avião

5.3.1. Configuração do Interior de um Avião Comercial

Componentes de interior de um avião comercial são peças que têm como função a segurança e conforto dos passageiros durante voos que podem ser de curta, média ou longa duração. Existem quatro tipos de aviões comerciais:

1. Wide-body (Grande Porte)

Os *wide-body* são os maiores aviões comerciais também denominados por *twin aisle* (de corredor duplo) pois possuem dois corredores separados entre as filas de assentos, que podem variar entre 7 a 10 lugares lado a lado, que vão de um extremo ao outro na cabine de passageiros.²³

Foram concebidos para uma combinação de eficiência e conforto dos passageiros e são utilizados maioritariamente para voos de longa distância.

Exemplos de aviões desta categoria: Airbus A300/ A310/ A330/ A340/ A350/ A380 e Boeing 747/ 767/ 777/ 787.



Figura 5. 11 - Corte de um Airbus A300 [23]



Figura 5. 12 - O Airbus A380 é o maior e mais largo dos aviões de passageiros [23]

²³ Wikipédia, Aeronave de Fuselagem Larga, consultado em Julho de 2015

2. *Narrow-body* (Porte Estreito)

Os aviões comerciais *narrow-body*, também denominados por *single aisle* (corredor único), possuem um corredor central com filas de 2 a 6 lugares ao longo de toda a cabine de passageiros.²⁴

São utilizados maioritariamente para voos de média distância e com menos passageiros que os aviões comerciais *wide-body*.

Exemplos de aviões desta categoria: Airbus A318/ A319/ A320/ A321, Boeing 707/ 717/ 720/ 727/ 737/ 757, Embraer E-Jets.



Figura 5. 13 - Interior de um Airbus A320 [24]



Figura 5. 14 - Boeing 757 - Avião *narrow-body* de médio curso [24]

3. *Avião Regional*

Os aviões comerciais regionais são utilizados para voos curtos, que transportam menos de 100 passageiros. Frequentemente servem os passageiros com a prestação de serviços similares aos dos grandes aviões comerciais.²⁵

²⁴ Wikipédia, Aeronave de Fuselagem Estreita, consultado em Julho de 2015

²⁵ Wikipédia, Avião Comercial, consultado em Julho de 2015

Exemplos de aviões desta categoria: Embraer ERJ, Bombardier CRJ, ATR 42/72.



Figura 5. 15 - Interior do ATR-42 na configuração 2-2 [25]



Figura 5. 16 - Avião regional Bombardier CRJ200 [25]

4. Avião Executivo

Um avião executivo pode não ser considerado como um avião comercial e pode ou não estar sujeito às normas aplicadas a aviões de maior porte consoante as regulamentações de cada país.²⁵

Transportam 20 ou menos passageiros dependendo do seu tamanho e configuração de assentos.



Figura 5. 17 - Interior Embraer *Lineage* 1000 [26]

²⁶ Embraer Executive Jets, consultado em Julho de 2015

5.3.2. Configuração do Assento de Passageiro

Consoante a classe em que o passageiro viaja existem vários tipos de assentos dependendo do tipo de avião comercial.

➤ Classe Económica

A classe económica caracteriza-se por níveis de conforto mais baixos sendo a distância entre cada assento menor.²⁷

Com o aparecimento de companhias aéreas *low-cost*, tem-se estendido toda a configuração dos aviões para classe económica.

I. Twin Aisle



Figura 5. 18 - AIRgo FX - Twin Aisle Aircraft [28]



Figura 5. 19 - Z300 - Twin Aisle Aircraft [28]



Figura 5. 20 - 5751 - Twin Aisle Aircraft [28]

²⁷ Wikipédia, Classe Económica, consultado em Julho de 2015

²⁸ Zodiac Aerospace, consultado em Julho de 2015

II. Single Aisle



Figura 5. 21 - Z100 - Single Aisle Aircraft [28]



Figura 5. 22 - Dragonfly - Single Aisle Aircraft [28]



Figura 5. 23 - 5600 - Single Aisle Aircraft [28]

III. Regional



Figura 5. 24 - Slim+ - Regional Aircraft [28]

➤ Classe Económica Premium

Um assento da classe económica *premium* para uma classe intermediária e que oferece conforto superior.

I. Twin Aisle



Figura 5. 25 - 5810 - Twin Aisle Aircraft [28]



Figura 5. 26 - AIRgo FX premium - Twin Aisle Aircraft [28]

➤ Classe Executiva

A classe executiva caracteriza-se por níveis de conforto de qualidade superior, situando-se entre a classe económica e a primeira classe.²⁹

Geralmente a classe executiva é oferecida em voos de longa duração onde uma cortina na cabine separa a classe económica da executiva.

I. Twin Aisle



Figura 5. 27 - Aura lite - Twin Aisle Aircraft [28]

²⁹ Wikipédia, Classe Executiva, consultado em Julho de 2015



Figura 5. 28 - Vantage II - Twin Aisle Aircraft [28]



Figura 5. 29 - SKYlounge III - Twin Aisle Aircraft [28]



Figura 5. 30 - Cirrus - Twin Aisle Aircraft [28]



Figura 5. 31 - Aries - Twin Aisle Aircraft [28]

II. Single Aisle



Figura 5. 32 - 6810 - Single Aisle Aircraft [28]

III. Regional



Figura 5. 33 - Close Comfort II - Regional Aircraft [28]

➤ Primeira Classe

A primeira classe caracteriza-se por oferecer o melhor serviço, superior ao da classe executiva e existe apenas em voos de longa duração.³⁰

Devido aos elevados custos, são poucas as companhias que oferecem este serviço.

Apenas em aviões comerciais de grandes dimensões é aplicada esta classe, como por exemplo os Airbus A330/ 340/ 380 e Boeing 747/ 767/ 777.

I. Twin Aisle



Figura 5. 34 - Venus - Twin Aisle Aircraft [28]

³⁰ Wikipédia, Primeira Classe, consultado em Julho de 2015

5.3.3. Caracterização dos Componentes de Interior

No geral, além dos assentos, a cabine de passageiros é composta também pelos seguintes componentes:

a) Compartimentos de Bagagem

Os compartimentos de bagagem são usados para guardar a bagagem de mão e outros itens. O fabricante normalmente especifica uma versão padrão do compartimento a fornecer mas as empresas aéreas podem optar por querer instalar estes num tamanho, forma ou cor diferente. ³¹

Ao longo do tempo os compartimentos de bagagem evoluíram a partir do que eram originalmente prateleiras que eram utilizadas para pouco mais do que colocar casacos e pastas. De modo a prevenir a queda de itens durante turbulência ou em acidentes, os compartimentos fechados tornaram-se norma.



Figura 5. 35 - Compartimento de Bagagem [31]

b) Assentos

O tipo de assento e o espaço para as pernas dado a cada passageiro são decisões tomadas pelas empresas aéreas, e não pelos fabricantes. ³¹

Os assentos são projetados para suportar grandes forças de modo a que não se partam ou não se soltem dos encaixes do chão do avião durante turbulência ou acidentes. ³¹

As costas dos assentos são geralmente equipadas com uma bandeja dobrável de modo a que o passageiro possa usufruir desse espaço para comer, trabalhar, etc. Muitas vezes apresentam pequenos monitores para que o passageiro possa ver filmes ou jogar, os respetivos comandos e as entradas para os auscultadores que se encontram geralmente no apoio de braço de cada assento. ³¹

³¹ Wikipédia, Airliner, consultado em Julho de 2015



Figura 5. 36 - Assento de classe executiva Boeing 747-400 [31]

c) PSU

Por cima dos assentos encontram-se os PSU (*Passenger Service Units*). Estes geralmente contêm luzes de leitura, saídas de ar, botão para chamar os assistentes de bordo, sinalização de aviso para colocar o cinto de segurança ou de proibição de fumar e também máscaras de oxigénio que se ativam em caso de uma queda súbita na pressão da cabine de passageiros.

Os aviões mais modernos já permitem aos passageiros controlar a luz e o ar no seu assento sem perturbar o passageiro ao seu lado. ³¹



Figura 5. 37 - PSU de um Boeing 737 [31]

d) Painéis laterais

e) Painéis de teto



Figura 5. 38 - Painéis laterais [21]

5.3.4. Personalização do Interior da Cabine de Passageiros

Os analistas das indústrias concluíram que a implementação da personalização abrandava a velocidade de produção e aumentava os custos. Com isto, as empresas aéreas encomendam os aviões aos OEM e é destas a decisão de configuração do interior. Logo, a configuração de cada avião varia consoante a empresa aérea.³¹

O avião que será utilizado para uma determinada rota é escolhido pela própria empresa aérea. O preço final depende de vários fatores tais como o grau de personalização, padrão no interior, etc.³¹

Cada empresa aérea desenvolve o *layout* que mais lhe convém. Porém, existem fornecedores que fornecem maior facilidade em alterar com rapidez as configurações dependendo da rota e da necessidade, cujas podem ser, como exemplo, adaptar monitores individuais, compartimentos de bagagem superdimensionados para o tamanho da cabine, etc.³¹

5.4. Súmula Conclusiva

Num automóvel, existe uma variedade de combinações de interior (*interior trim*) de acordo com o modelo e cor da carroçaria (*exterior trim*).

O interior de um automóvel é composto por módulos (painel de porta, painel de instrumentos, bancos, chão e teto) que podem ser considerados como um sistema integrado complexo baseados em fundamentos técnicos, estética e segurança.

Os componentes de interior são agrupados de acordo com as suas funções. Existem componentes de segurança, de controlo, de conforto e de acabamento.

Existem inúmeros fornecedores diretos e indiretos que se dedicam à fabricação dos componentes internos. Fornecedores de 1.^a, 2.^a e 3.^a linha estão envolvidos no desenvolvimento dos componentes diretamente com os montadores.

Num avião, os componentes de interior têm como função a segurança e conforto dos passageiros durante os voos.

Mediante a classe que o passageiro viaja, existem vários tipos de assentos consoante o tipo de avião comercial. Para a classe económica, caracterizada por níveis de conforto mais baixos, existem assentos para aviões *twin aisle*, *single aisle* e regionais. Existe também uma classe *premium* de assentos para aviões *twin aisle*. Para a classe executiva, caracterizada por níveis de conforto de qualidade superior à económica, existem também assentos para aviões *twin aisle*, *single aisle* e regionais. Para a primeira classe, caracterizada por oferecer o melhor serviço, apenas é aplicada a aviões de grandes dimensões, isto é, *twin aisle*.

Além dos assentos, a cabine de passageiros é composta também por compartimentos de bagagem, PSU, painéis laterais e painéis de teto.

As empresas aéreas encomendam os aviões aos OEM e são estas que decidem como será a configuração interior destes. O preço final de um avião vai depender de vários fatores tais como o grau de personalização e padrão no interior. É a empresa aérea que escolhe qual o avião a ser utilizado para determinada rota.

Capítulo 6 – Segurança, Ergonomia, Conforto e Design

6.1. Introdução

O presente capítulo surge como um enquadramento teórico suportado por uma pesquisa bibliográfica cujos temas são a segurança, a ergonomia, o conforto e o *design* no interior de um automóvel e de um avião.

Este capítulo pretende mostrar a importância destes temas no desenvolvimento de interiores na indústria automóvel e aeronáutica.

Aborda a definição e importância do conforto, ergonomia e segurança e *design* no interior de um automóvel. No caso do interior de um avião, aborda o conforto, a evolução das cabines de passageiros, os assentos de classe económica, as imposições aos fabricantes, a inovação, segurança e a engenharia e *design* de interiores.

6.2. O Automóvel

A competição entre as marcas levou a indústria automóvel a ver o interior como a área-chave para a diferenciação do produto.³²

Hoje em dia, comprar um automóvel não se baseia apenas no custo ou ganho de tempo que este meio de transporte oferece, baseia-se também em aspetos subjetivos tais como a estética, luxo, prazer e satisfação.³²

Num projeto de um automóvel é necessário ter em consideração a segurança, a ergonomia, o conforto e o design de modo a que sejam apropriados à função que este irá desempenhar e que haja homogeneidade nas diversas características do automóvel tais como o espaço interno livre, o conforto dos bancos, a praticabilidade dos controlos, o isolamento interno térmico e acústico, etc.³³

A combinação de variáveis como a forma, textura, estilo, conforto, visibilidade, segurança, multiplicidade de uso, entre outros, gera uma atmosfera interior agradável e contribui para o desenvolvimento do interior do automóvel.³³

³² Caetano, Ulisses; “*Design para o Bem-estar Aplicado no Desenvolvimento de Interiores Automotivos*”, Dissertação de Mestrado, UFRGS, Porto Alegre, 2013

³³ Irokawa, Elisa; Cunha, Mariana; Câmara, Jairo; “*A Importância e Desenvolvimento do Design de Interiores de Automóveis Relacionada aos Aspetos Socioculturais*”, Actas de Diseño N°5, Año III, Vol. 5, Buenos Aires, Argentina, Marzo 2008

O termo conforto é cada vez mais expressivo pois inclui variáveis tais como os bancos, a iluminação e a climatização.³³

A ergonomia no desenvolvimento de um automóvel inclui a análise do posicionamento do condutor de acordo com aspetos antropométricos e dimensionais do corpo humano, a capacidade de perceção de sinais e o reconhecimento de situações e respostas decisórias que preparam a ação.³³

O *design* é essencial no desenvolvimento do interior de um automóvel devido à importância dada pelos consumidores ao prazer na disposição do ambiente interior. Ao projetar o interior de um automóvel, um *designer* de interiores deve ter em conta o espaço, forma, estilo, cores e materiais.³³

Atualmente, a confiabilidade técnica de um automóvel já não é suficiente, é necessário ter em conta o impacto da configuração interna nos utilizadores e o seu comportamento nas diferentes situações de uso.³³

O interior de um automóvel tornou-se prioridade no desenvolvimento de um projeto, e o alto custo deste desenvolvimento vem pressionando cada vez mais a indústria automóvel. Em simultâneo, os fornecedores investem em pesquisas para encontrarem métodos e materiais de menor custo para se aplicar na produção dos automóveis.³³

6.2.1. Conforto

Nas últimas décadas, a importância do conforto no interior de um automóvel tem vindo a aumentar e tem sido muito utilizado nos anúncios publicitários pelas marcas construtoras.³⁴

O conforto num automóvel pode ser analisado por diferentes pontos de vista:

- **Psicológico** – O conforto está relacionado com a perceção física e mental e com as emoções. Representa o sentimento de conforto ligado a um estado de prazer;
- **Físico** – O conforto está relacionado a sentimentos de bem-estar físico, sensações de relaxamento e sentimentos agradáveis e de satisfação. É muito importante ter em conta os aspetos físicos que poderão afetar o conforto dos utilizadores, tais como a dificuldade em se movimentar, o ruído, a qualidade do ar, entre outros;
- **Tecnológico** – O conforto está relacionado a sensações agradáveis através do recurso a meios tecnológicos tais como equipamentos áudio, novos assentos, entre outros.

³⁴ Alcobia, Carlos; “*Ergonomia Ambiental em Veículos*”, Dissertação para Doutoramento em Ciências de Engenharia Mecânica (Aerodinâmica), DEM, FCTUC, Coimbra, 2006

Existem vários aspetos que se deve ter em conta no aumento do conforto dentro de um automóvel: ³⁴

- **Equipamentos Disponíveis** – Encosto de cabeça, apoio de braços e pés, cintos de segurança, controlos, luz, música, ar condicionado, compartimento de bagagem, informação sobre a viagem, etc.;
- **Aspetos do Utilizador** – Idade, género, tamanho, viagem de trabalho ou em lazer, viajar sozinho ou acompanhado, etc.;
- **Aspetos Ambientais** – Disposição e *design* do interior, temperatura, iluminação, ruído e qualidade do ar;
- **Atividades** – Ouvir música, comer, movimentação no interior, comunicação com os outros passageiros, trabalhar, dormir, etc.

Os OEM e os seus parceiros de desenvolvimento procuram cada vez mais promover o conforto através de materiais aplicados nos interiores que proporcionem aos seus utilizadores sensações e perceções agradáveis durante a interação com estes. ³²

6.2.2. Ergonomia e Segurança

É fundamental que durante o desenvolvimento de um componente de interior sejam estudados aspetos ergonómicos deste e dos seus utilizadores. Estes aspetos ergonómicos assumem os seguintes requisitos: ³⁵

- ✓ Conforto postural;
- ✓ Adequação dimensional;
- ✓ Segurança no uso;
- ✓ Facilidade de manipulação;
- ✓ Compatibilidade de movimentação;
- ✓ Minimização de esforços adicionais (racionalização e funcionalidade do posicionamento dos componentes);
- ✓ Facilitação da manutenção;
- ✓ Legibilidade, visibilidade e compreensibilidade dos caracteres alfanuméricos e dos símbolos iconográficos;

Num desenvolvimento do interior de um automóvel, são tomadas algumas medidas ergonómicas tais como: ³⁵

³⁵ Vidal, Juliana; “**A Influência Feminina no Design Automotivo**”, Curso de Design – Habilitação em Projeto de Produto, CCT, URB, Blumenau, 2010

- **Mãos no Volante** – A força exercida ao realizar o movimento giratório é relativa à posição em que se encontram as mãos. Os condutores já não têm de aplicar tanta força ao volante para realizarem as manobras devido a novos sistemas de direção hidráulica;
- **Manivelas, Interruptores e Botões** – A localização destes comandos é escolhida de acordo com critérios de frequência de uso, distância da posição do volante, frequência e duração da visualização sob cada um dos comandos. Os comandos mais seguros e eficazes são os que são acionados sem necessidade de olhar e com um tempo de reação curto;
- **Dispositivos de Segurança** – Uma das prioridades da ergonomia é manter a segurança. O cinto de segurança impede o choque dos ocupantes com o volante, para-brisas ou serem projetados para o exterior. O *airbag* é acionado em menos de um décimo de segundo quando o automóvel entra em choque com outra superfície, impedindo o choque do condutor com outras partes do automóvel e amortecendo a colisão da batida.
- **Informações do Automóvel** – Quanto menos tempo o condutor passar a olhar para o painel de instruções mais atenção terá à estrada. Têm sido desenvolvidos métodos de aviso de informações no interior do automóvel que não prejudicam a concentração do condutor.

6.2.3. Design

O *design* de automóveis tem como objetivo principal garantir o equilíbrio e o menor desperdício de espaço de forma a maximizar o espaço interior. O *design* cria e desenvolve automóveis que irão corresponder às necessidades e preferências dos consumidores. ³⁵

O *design* e a engenharia devem trabalhar lado a lado, de modo a que durante o processo de desenvolvimento possam simplificar e agilizar o processo de produção, antecipando as dificuldades produtivas. ³⁵

O *exterior trim* determina o estilo que será alcançado através de variações de dimensões e acabamentos. Tem como objetivo atrair o olhar dos consumidores e deve manter elementos chave originais da identidade da marca de automóvel. ³⁵

No *interior trim* são utilizadas cores, texturas e adereços que irão compor o conjunto que irá dar forma ao interior do automóvel. O tipo de *layout* do interior de um automóvel depende acima de tudo do preço a que o consumidor está disposto a pagar. Conciliar preço com estilo é um dos maiores desafios no desenvolvimento do interior de um automóvel. ³⁵



Figura 6. 1 - Citroën DS3 by Kenzo [36]

A produção de um automóvel leva, em média, quatro anos desde a definição do conceito até à comercialização. Durante esse tempo é importante que as necessidades e preferências dos consumidores não se alterem. Logo, a análise das tendências torna-se uma ferramenta muito importante. ³⁶

Os níveis básicos de um projeto de *design* têm como objetivo equilibrar os vários elementos e condições (formas, estilo, cores e materiais) e podem ser categorizados como: ³⁵

- *Layout* e dimensões do interior;
- Aspeto visuais no *design* do interior;
- Proteção dos ocupantes;
- Modelagem das interfaces entre o homem e o automóvel;
- Projeto de bancos dos automóveis;
- Painéis internos e compartimentos de bagagem;
- Acessórios e compartimentos;
- Controlos e *displays* (visual e manual);
- Visão e percepção dos ocupantes.

Os consumidores e a própria indústria automóvel procuram componentes e acessórios automóveis que ampliem o potencial de utilização. Um projeto de *design* terá de ser bem idealizado para responder a estas necessidades. ³⁵

Segurança, fiabilidade e adequação às normas ambientais são padrões que um automóvel deve possuir. Durante o desenvolvimento de um projeto de um componente, aspetos funcionais, práticos, estéticos e comportamentais devem ser considerados tendo sempre em conta os critérios de segurança, ergonomia, conforto, produtividade e reciclabilidade. ³⁵

³⁶ Pizarro, Carolina; Almeida, Mariana; Landim Paula; “**A Influência da Moda no Projeto de Design Automotivo**”, VIII Colóquio de Moda – 5º Congresso Internacional, Rio de Janeiro, 2013

6.3. O Avião

Cada vez mais, as empresas são desafiadas a fornecer produtos que superem as expectativas de utilizadores exigentes e diversificados. No caso da indústria aeronáutica, este cenário aplica-se ao nível de conforto no avião.³⁷

O conforto durante o voo é considerado pelos passageiros um dos aspetos relevantes que influenciam a escolha da companhia aérea. Consequentemente, as companhias aéreas procuram novas formas de inovar os seus serviços e diferenciar os seus produtos tendo em mente os seguintes fatores:³⁷

- ✓ Satisfazer as necessidades e requisitos dos clientes;
- ✓ Produzir lucro para a empresa;
- ✓ Superar a concorrência através da diferenciação de produtos e serviços.

Os passageiros não querem apenas ser transportados de um local para outro, durante o voo querem aproveitar o máximo do tempo para se conectarem com o exterior, a trabalhar ou a descansar e, mais importante de tudo, a sentirem-se confortáveis. Os assentos têm um papel fundamental no cumprimento das expectativas de conforto dos passageiros pois é o local onde os passageiros passam a maior parte do tempo durante o voo.³⁷

Devido às preocupações com o custo e o peso, a indústria aeronáutica trata a questão do conforto apenas considerando as dimensões antropométricas dos passageiros.³⁷

6.3.1. Conforto

A necessidade de se analisar o conforto numa cabine de passageiros é devido:³⁸

- ✓ Ao aumento do número de passageiros;
- ✓ Voos cada vez mais longos;
- ✓ Maior diversidade demográfica dos utilizadores.

Oferecer conforto aos passageiros sem esquecer fatores como a segurança, tempo de vida do avião, facilidade de construção e manutenção tornou-se um desafio para os fabricantes.³⁸

As queixas dos passageiros de aviões nos últimos 30 anos não se alteraram muito, isto é, apesar do grande desenvolvimento em novas soluções para os interiores como por

³⁷ Ciaccia, Flavia; *“Entre a Vivência do Conforto e dos Desconforto em Cabines de Aeronaves: Uma Abordagem Baseada na Atividade”*, Tese de Engenharia de Produção, EPUSP, São Paulo, 2013

³⁸ Keila, Renato; *“A Consideração do Conforto em Projetos de Cabine de Aviões: Contribuições de Ergonomia”*, Trabalho de formatura de Engenharia de Produção, EPUSP, São Paulo, 2007

exemplo sistemas de entretenimento e utilização de novos materiais, os passageiros ainda sentem falta do seu espaço individual, especialmente na zona das pernas.³⁷

O conforto na posição sentada está relacionado com fatores de *design* dos assentos, com a postura, acomodação e facilidade de ajustes. O desconforto na posição sentada está relacionado com a distribuição da pressão na interface entre o corpo e a superfície de apoio do assento.³⁷

É difícil medir o conforto na posição sentada devido a fatores tais como as características antropométricas dos passageiros, *design* e estilo dos assentos e o tempo de duração nesta posição. A distribuição de pressão no assento e no encosto é a medida que a maioria dos fabricantes de assentos têm optado por utilizar como indicador de conforto.³⁷

Analisar as atividades realizadas pelos passageiros é muito útil no desenvolvimento de novos assentos. O levantamento das atividades realizadas com maior frequência e as principais dificuldades enfrentadas pelos passageiros ajudam no desenvolvimento de soluções de conforto mais adequadas às necessidades dos passageiros.³⁷



Figura 6. 2 - Uma questão de economia [39]

6.3.2. Evolução das Cabines de Passageiros

A maioria das transformações que os aviões sofreram ao longo dos anos foram com o intuito de melhorar a experiência de voo dos passageiros. No entanto, fatores económicos forçaram as empresas a racionalizar o espaço interno dos aviões e a criar classes de voo. Isto levou ao aumento do número de filas nos aviões e à diminuição do espaço do passageiro.³⁷

³⁹ PUC-Rio, Repositório institucional da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; “*Histórico, Evolução, Conforto e Ergonomia no Interior de Aviões*”; Certificação Digital N° 0210305/CA, consultado em Julho de 2015

Por não haver uma norma obrigatória que estabeleça a definição de conforto a bordo de um avião, as empresas testam os limites das autoridades sem se preocuparem com o conforto dos passageiros. ³⁷

A escolha do *seat pitch* (distância entre assentos) num avião é sempre do comprador (empresas ou companhias aéreas), sendo que os fabricantes são responsáveis apenas por fornecer assentos certificados para o efeito pretendido. ³⁷

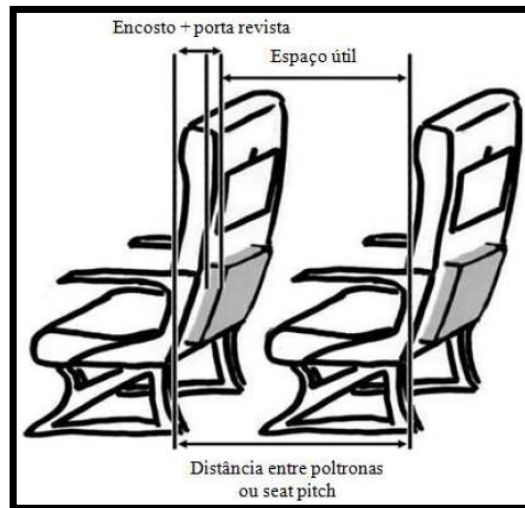


Figura 6. 3 - Seat pitch [37]

No projeto de desenvolvimento de um assento para um avião existem muitos requisitos que devem ser respeitados uma vez que este é desenvolvido para todo o tipo de passageiros. Requisitos como o baixo peso, baixo custo, ergonomia, conforto e *design* são igualmente importantes como a certificação, manutenção, confiabilidade e durabilidade. ³⁷

Requisitos rigorosos como a segurança, o peso e o custo são fatores decisivos num projeto para a indústria aeronáutica. ³⁷

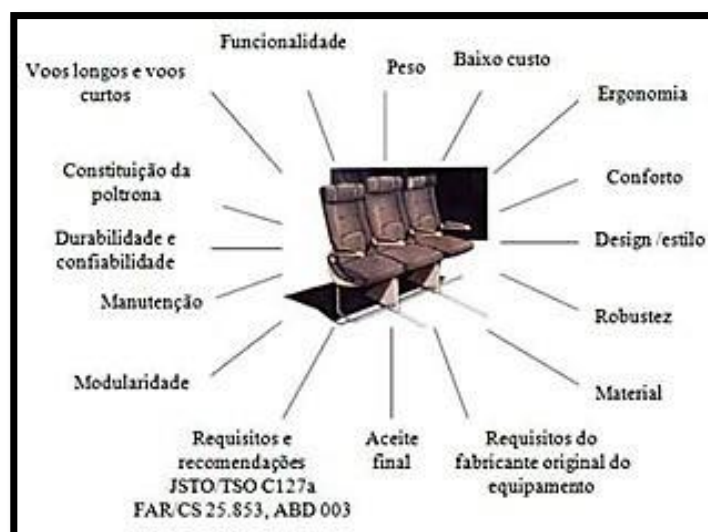


Figura 6. 4 - Parâmetros para o projeto de assentos para aviões [37]

6.3.3. Assentos de Classe Económica

A classe económica nos aviões comerciais sofreu nos últimos anos uma diminuição do conforto. A diminuição do *seat pitch* foi acompanhada na mesma proporção pelo aumento da oferta dos assentos pelas companhias aéreas, sem que tenham necessariamente aumentado a sua frota.⁴⁰

Seat pitch é definido como a medida de repetição dos assentos no sentido longitudinal do avião tomada de um ponto qualquer do assento ao mesmo ponto do assento subsequente.⁴⁰

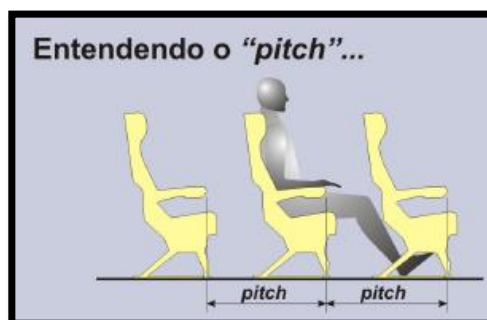


Figura 6. 5 - Demonstração gráfica do seat pitch [40]

Existe uma “lacuna” entre as dimensões que as empresas querem oferecer e as dimensões que deveriam ser oferecidas aos passageiros.⁴⁰

Em 1989, foi publicada uma norma pela autoridade aeronáutica do Reino Unido que regulamenta o espaço na classe económica em aviões comerciais. A AN64 (*Airworthiness Directive 64*) foi elaborada pela CAA (*Civil Aviation Authority*) e abrange todos os países do Reino Unido. Nos outros países a AN64 é somente uma norma de referência e não é obrigatória. Baseia-se em três dimensões nas filas dos assentos:⁴⁰

Tabela 6. 1 - As dimensões mínimas da AN64 [40]

Dimensão	Descrição	Distância mínima
A	Distância mínima entre a almofada de apoio para as costas (SRP) e a parte traseira ou outra estrutura fixa em frente	26 polegadas (66 cm)
B	Distância mínima entre um assento e o assento ou outra estrutura fixa em frente	7 polegadas (17,8 cm)
C	Distância mínima projetada verticalmente entre as fileiras ou entre o assento e qualquer estrutura fixa a frente do assento	3 polegadas (7,6 cm)

⁴⁰ Santos, Sérgio; Freitas, Sydney; “*Ergonomia e Usabilidade na Definição do Conforto na Classe Económica dos Aviões Comerciais*”, Revista Brasileira de Ergonomia, Ação Ergonômica, vol. 8, nº 1, 2013

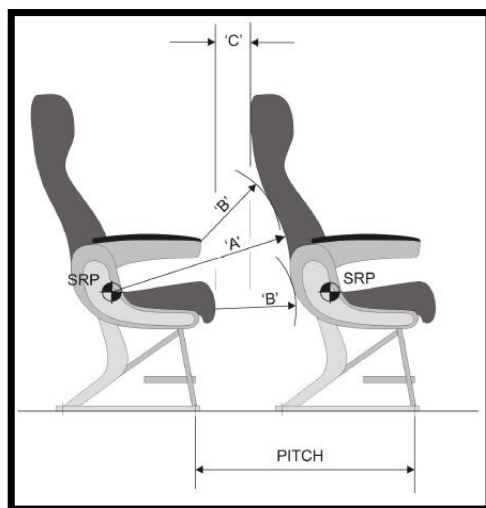


Figura 6. 6 - Representação gráfica das distâncias mínimas regulamentadas pela AN64 [40]

SPR (*Seat Reference Point*) é definido como um ponto imaginário da intersecção do assento com o encosto. O SPR é utilizado para dimensionar a distância mínima de proteção para a prevenção de lesões na cabeça (HIC – *Head Injury Criteria*) causadas pelo impacto em qualquer obstáculo rígido à frente. ⁴⁰

A dimensão A, da tabela 6.1, é baseada na distância glúteo Joelho. Isto mostra que esta dimensão é baseada em dados antropométricos específicos e que a AN64 não considera o *seat pitch* como medida de conforto. ⁴⁰

A indústria aeronáutica passou a desenvolver assentos que respeitassem a dimensão mínima e proporcionassem o aumento da oferta de lugares num avião. Os fabricantes de assentos passaram a fornecer modelos *hi-density* (alta densidade) que são caracterizados por um encosto mais fino com formas anatômicas da coluna vertebral e que aumentam a dimensão A da AN64. ⁴⁰

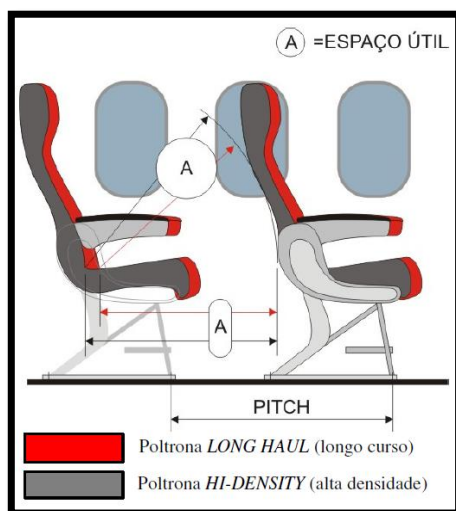


Figura 6. 7 - Representação do aumento da dimensão A da AN64 através da redução da espessura do encosto [40]

De acordo com a figura 6.6, conclui-se que o aumento da dimensão A foi obtido através da diminuição da espessura do encosto e do novo *design* do assento. A redução da profundidade do assento e o encurtamento dos braços aumentaram também as dimensões B e C da norma. ⁴⁰

Conclui-se então que desde os anos 80 os fabricantes alteraram os assentos tradicionais com o fornecimento de modelos *hi-density*, resultando em: ⁴⁰

1. Redução da espessura do encosto;
2. Redução do comprimento do assento;
3. Redução do apoio dos braços.

Com estas alterações foi possível: ⁴⁰

- a) Aumentar o espaço útil do passageiro utilizando o mesmo *seat pitch*;
- b) Manter o mesmo espaço útil diminuindo o *seat pitch*.

Claro está que a maioria das companhias aéreas optou por diminuir o *seat pitch* configurando o avião com o máximo número de assentos possível respeitando a dimensão A da AN64. Este foi o ponto de partida para as empresas *low cost* surgirem e se multiplicarem em muitos países. ⁴⁰

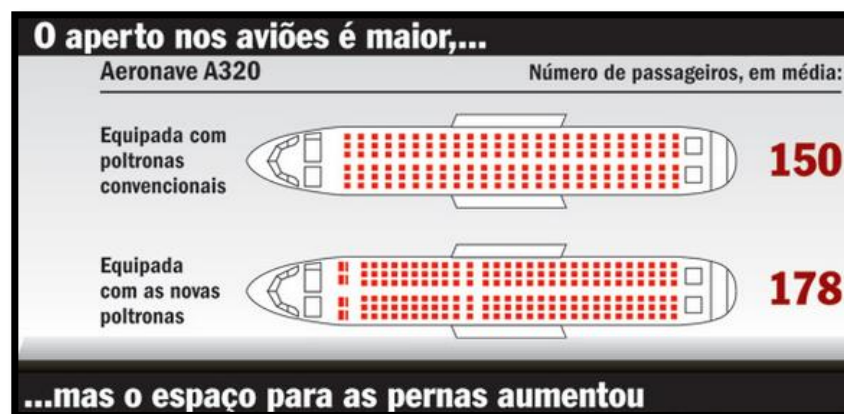


Figura 6. 8 - Diferença entre o número de passageiros num A320 equipado com assentos convencionais e novos assentos [41]

A diminuição do conforto ocorrida nestes últimos anos surgiu com o aparecimento do modelo de assentos *hi-density* pois de certa forma as companhias aéreas conseguiram e continuam a conseguir contornar a AN64 que foi criada para assentos de *long haul* (longo curso) e para requisitos de conforto desenvolvidos através de medidas antropométricas de modo a aumentar rapidamente o número de assentos num avião. ⁴⁰

⁴¹ Bastidores do Turismo, consultado em Agosto de 2015

O conforto continuará a ser um problema para os passageiros enquanto a autoridade aeronáutica não regulamentar o espaço entre os assentos e estabelecer dimensões de conforto que sejam verdadeiramente cumpridas.⁴⁰

A empresa que tiver a ousadia de diminuir o número de assentos e devolver o conforto aos passageiros estará a dar um passo gigante na direção de recuperar a magia que existe na experiência de viajar dentro de um avião.³⁹

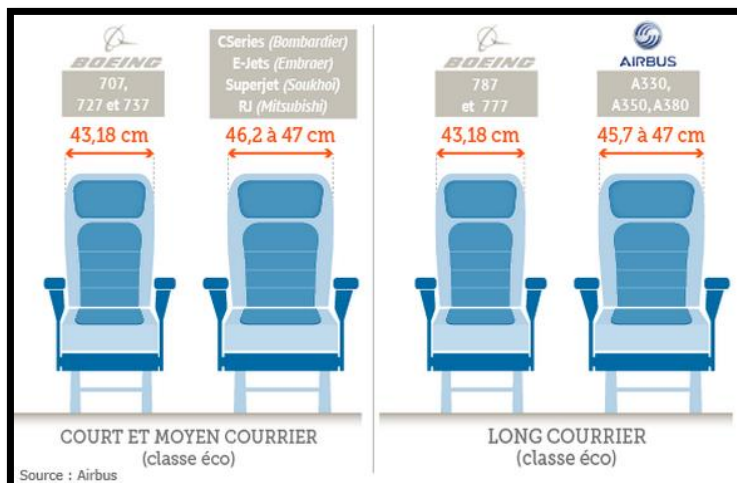


Figura 6. 9 - Comparação de larguras dos assentos de aviões comerciais [42]

6.3.4. Imposições aos Fabricantes

Na indústria aeronáutica, os fabricantes de componentes afirmam quais os problemas existentes no interior de um avião, em particular na classe económica, que não se devem à falta de competência dos *designers* mas sim ao facto de que é a “economia” e não a “ergonomia” que comanda o design de interiores dos aviões.³⁹

Questões como o conforto, satisfação do cliente, atratividade e concorrência não são prioridade quando o objetivo é o lucro.³⁹

O esforço por parte dos fornecedores em desenvolver um produto ergonomicamente melhor é “sabotado” na medida em que é inserido num contexto onde os valores económicos é que determinam as dimensões do espaço disponível e da disposição do *layout*.³⁹

6.3.5. Inovação

Os assentos da classe económica recebem poucos meios para se aplicar a inovação. Devido à variação de tamanho e forma dos passageiros, o fabrico dos assentos deixa muitos deles sem conforto:³⁹

⁴² Le Figaro.fr, consultado em Agosto de 2015

a) Apoio Lombar

O apoio lombar é um dos aspetos que os fabricantes de assentos devem em conta. A altura e a profundidade da lordose lombar (curva da coluna) variam muito na população o que faz com que não exista um apoio simples fixo ao encosto que abranja a maioria da população. Logo, os ajustes do apoio lombar devem ter controlos acessíveis para todos os passageiros.

b) O Deslizar da Pelve no Assento

Para evitar a deformação da lordose lombar, a prevenção do deslizar da pelve (bacia) num assento é muito importante. É muito importante a escolha do tipo de tecido usado no revestimento dos assentos de modo a impedir o deslizamento.

c) Estrutura do Assento

Mudar as tradicionais estruturas de alumínio por outro material, como por exemplo um compósito de fibra de carbono, de modo a tornar os assentos mais leves e assim se poder incorporar um maior número de recursos de conforto.

d) Espaço entre Assentos

Em inquéritos realizados a passageiros, os encostos com menos de 1" (2,54 cm) de espessura obtiveram nota negativa em termos de conforto, enquanto os encostos com mais de 3" (7,62 cm) obtiveram nota positiva. A chave para o conforto encontra-se na capacidade de ajuste do assento. Já existem produtos que alcançam as necessidades dos passageiros, como por exemplo o sistema de almofadas de ar da *Longhaul Technologies*, a espuma viscoelástica da *Kaymed* e outros produtos para descanso das pernas e pés.

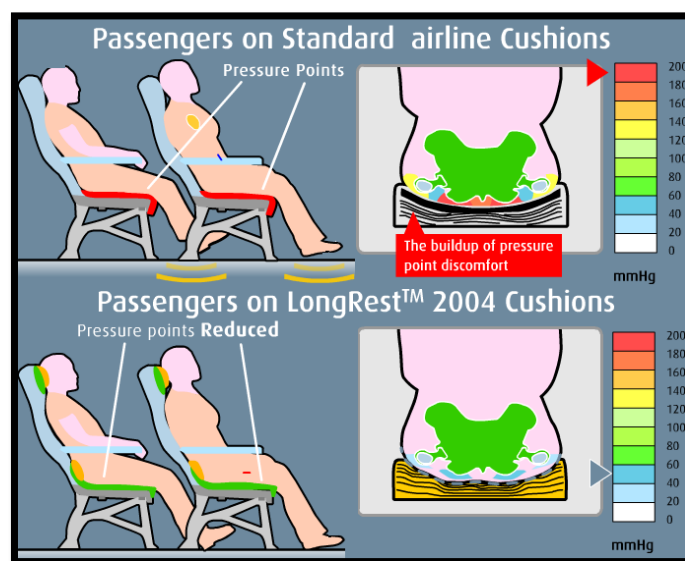


Figura 6. 10 - Sistema de almofadas de ar da Longhaul Technologies [43]

⁴³ Longhaul Technologies, consultado em Agosto de 2015

Os fabricantes de assentos têm pesquisado o impacto do *design* do assento na satisfação do passageiro. Algumas propostas para o *design* da classe económica foram sugeridas, como por exemplo:

i. Assento apelidado de “SkyRider”:

Em 2010, a fornecedora italiana *Aviointeriors* lançou a ideia de verticalizar os assentos para voos de curta duração. É um assento do tipo *ultra hi-density* que teria um *seat pitch* mínimo de 23” (58,4 cm).⁴⁰



Figura 6. 11 - Assento “SkyRider” [40]

ii. Assento apelidado de “a bolha”:

Colocação da bagagem de mão sob o assento dianteiro, eliminando o compartimento de bagagem do teto. O assento aumentaria de 40 a 60 cm em altura permitindo um aumento do *seat pitch* em cerca de 20cm.³⁹

Permite que os passageiros estiquem totalmente as pernas na diagonal para a frente e para baixo aumentando o uso do espaço sem aumentar o *seat pitch*. Um apoio de pés em forma de prateleira retrátil integrada ao assento dianteiro permite uma adaptação às diferentes alturas dos passageiros.³⁹

O assento sendo mais alto permite o uso de uma posição média entre sentada e em pé evitando o constrangimento da pressão sobre a coxa.³⁹



Figura 6. 12 - Assento alto de avião [39]

iii. Assentos do futuro:

Os assentos são ajustáveis de modo a que cada passageiro tenha o seu espaço sem incomodar os outros passageiros quer esteja a dormir, inclinado a ver televisão ou apenas sentado.

O objetivo é dar o mesmo conforto da primeira classe à classe económica, tornando a cabine de passageiros um espaço eficiente.

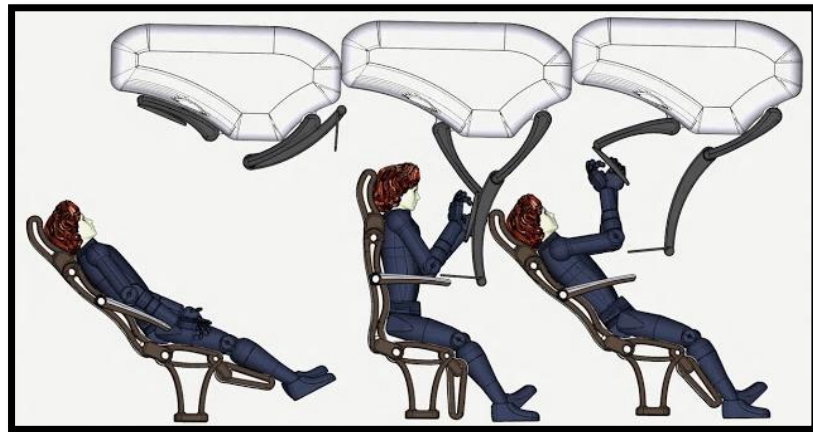


Figura 6. 13 - Assento do futuro [44]

6.3.6. Segurança

Os argumentos técnicos frequentemente utilizados em relação à segurança não são restritos à indústria aeronáutica. A indústria automóvel está dependente de testes rigorosos para ajuste de controlos, a indústria ferroviária tem regulamentos severos em questões envolvidas com o fogo, com os assentos de um avião o mesmo não acontece. ⁴⁴

A responsabilidade do ajuste de padrões de segurança num avião dentro da união Europeia é da EASA (*European Aviation Safety Agency*) desde 2003. As exigências de certificação de um assento estão limitadas às considerações de segurança. Padrões de conforto dos passageiros são um assunto para as companhias aéreas. ⁴⁴

Existe um acordo entre a EASA e o Reino Unido em manter a norma AN64 para espaço mínimo entre assentos, até que uma nova norma europeia possa ser introduzida.

Cada configuração de um assento é inspecionada e aprovada no início do serviço. Inspeções adicionais também ocorrem durante o tempo de serviço do avião e as companhias aéreas estão conscientes das suas responsabilidades no cumprimento dos requisitos aplicáveis. ⁴⁴

⁴⁴ <http://aviationtroubleshooting.blogspot.pt>, Aviation Troubleshooting, consultado em Agosto de 2015

6.3.7. Engenharia e Design de Interiores

Um departamento de engenharia de interior, como por exemplo o departamento da Embraer é formado pelos seguintes departamentos: ³⁸

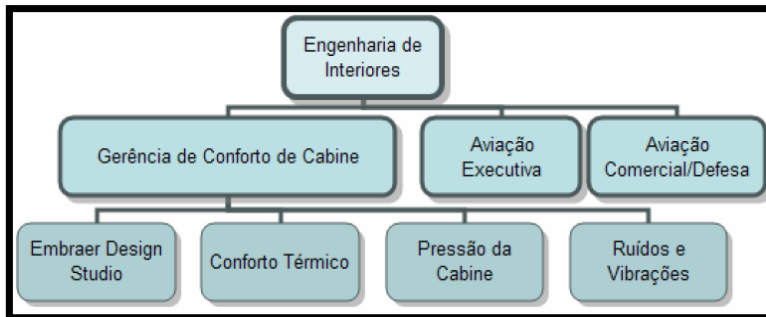


Figura 6. 14 - Organograma do Departamento de Engenharia de Interiores da Embraer [38]

O departamento de *design studio* é responsável pelos projetos de componentes de interiores como por exemplo os assentos, apoios, armários, etc. Ocupam-se por escolher a melhor disposição dos componentes na cabine, as suas formas, cores e materiais, tentando oferecer as melhores condições de conforto aos passageiros. Este departamento é constituído por quatro equipas: ³⁸

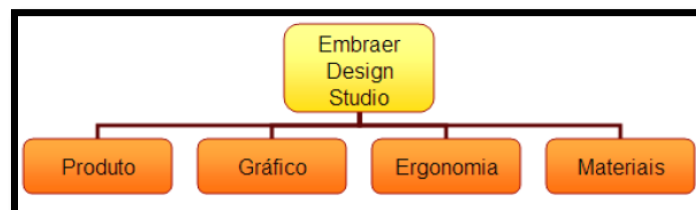


Figura 6. 15 - Organograma do Embraer *Design Studio* [38]

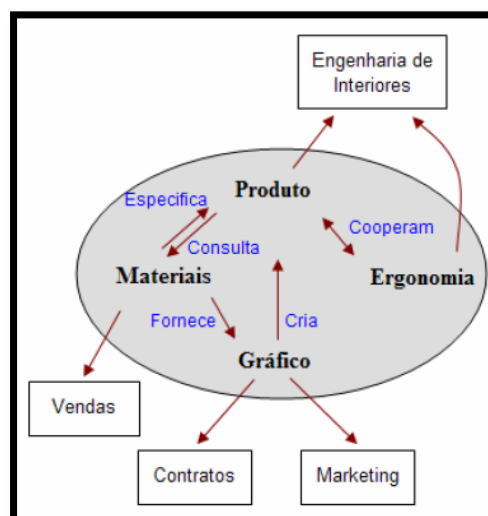


Figura 6. 16 - Mapa de relacionamento entre as equipas do Embraer *Design Studio* e outras áreas [38]

a) Equipa de Produto

Desenvolve novas ideias para componentes da cabine de passageiros que precisem de melhorias para programas do mercado de aviões executivos. Esta equipa executa as seguintes ações no processo de conceção dos componentes: ³⁸

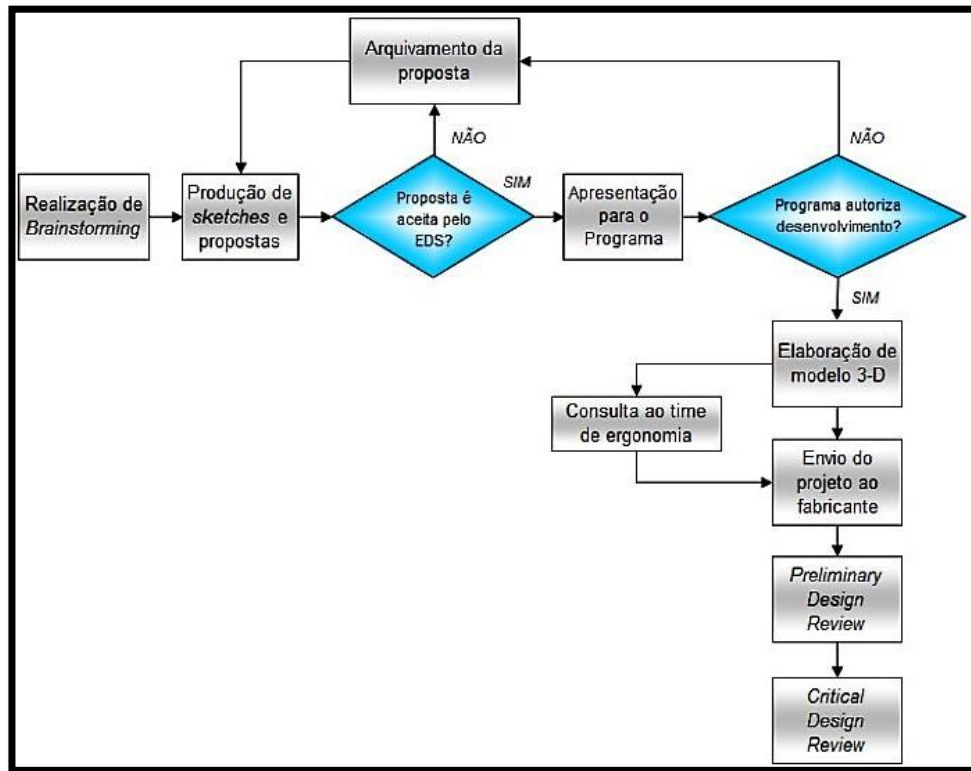


Figura 6. 17 - O processo de conceção de produto realizado pela equipa de produto [38]

Poderá ser necessário realizar pesquisas de campo de modo a ajudar a obter novas ideias e conceitos através de: ³⁸

- Inquéritos a passageiros da Embraer;
- Outras empresas de *design* (esboçar semelhanças de design para componentes de interior);
- Empresas da concorrência (comparar semelhanças, divergências e tendências nos componentes de modo a criar elementos de diferenciação para os produtos da Embraer).

b) Equipa de Materiais

Estuda e determina o tipo de materiais, estilo e cores a serem utilizados no interior de um avião. ³⁸

A equipa de materiais trabalha não só no desenvolvimento de materiais internos de uma cabine de passageiros em todos os programas, como também ajuda os clientes a escolher os materiais para os aviões comprados.

No trabalho aos programas: ³⁸

- 1.º – Desenvolvem paletas de cores e texturas que irão ser utilizadas;
- 2.º – Procuram fornecedores que tenham os materiais necessários para atender às especificações desejadas;
- 3.º – Solicitam ao departamento de compras que negocie os preços e prazos com os fornecedores que escolheram.

No trabalho com os clientes: ³⁸

- No caso de o cliente já ter tema e cores definidos, a equipa presta aconselhamento quanto à combinação dos elementos;
- No caso de o cliente não ter tema definido e a equipa de vendas lhe der liberdade para escolher o que deseja no interior do seu avião, a equipa presta aconselhamento quanto às combinações dos materiais escolhidos, irá desenvolver novos materiais e irá procurar os fornecedores. O desenvolvimento de novos materiais só é realizado no caso de aviões executivos de médio porte ou para clientes que comprem frotas de aviões devido ao custo associado.

c) **Equipa de Gráfico**

Elabora desenhos em 3D com perspetivas internas da cabine de passageiros. ³⁸

A equipa de gráfico digitaliza as amostras dos materiais disponibilizados pela equipa de materiais que serão utilizados no interior do avião. ³⁸

d) **Equipa de Ergonomia**

Tem como principais atividades: ³⁸

- Desenvolvimento de projetos de componentes de cabine de passageiros;
- Estudos Antropométricos - Através das medidas do avião e humanas, obtêm medidas relativas ao posicionamento do passageiro dentro da cabine como por exemplo a distância entre os joelhos do passageiro e o banco da frente;
- Estudos de Biomecânica – Determinar quais as forças necessárias para apertar um botão ou abrir e fechar uma porta;

- Estudos de Visibilidade – Verificam a projeção do campo visual dos passageiros ou membros da tripulação como por exemplo em direção à saída de emergência a partir de qualquer posição;
- Estudos de Acessibilidade – Execução de determinadas atividades sem dificuldades quanto ao espaço para a realização destas;
- Estudos de Usabilidade – Se o passageiro consegue utilizar determinado componente e se este atinge o seu objetivo satisfatoriamente;
- Estudos Cognitivos – Procuram minimizar a necessidade de conhecimento e habilidades específicas na execução de determinadas atividades.

6.4. Súmula Conclusiva

No caso do automóvel, a competição entre as marcas levou a indústria automóvel a ver o interior como a área-chave para a diferenciação do produto. O interior de um automóvel tornou-se prioridade no desenvolvimento de um projeto e o elevado custo deste desenvolvimento pressiona cada vez mais a indústria automóvel.

A combinação de variáveis como a forma, textura, estilo, conforto, visibilidade, segurança, multiplicidade de uso, entre outros, contribui para o desenvolvimento do interior do automóvel.

O conforto num automóvel é analisado do ponto de vista psicológico, físico e tecnológico.

O desenvolvimento de um componente de interior tem como base estudos ergonómicos como por exemplo o conforto postural, adequação dimensional, segurança no uso, entre outros.

O *design* de automóveis tem como objetivo principal garantir o equilíbrio e o menor desperdício de espaço de forma a maximizar o espaço interior. Um projeto de *design* terá de ser bem idealizado para responder às necessidades dos consumidores.

No caso do avião, o conforto durante o voo é considerado pelos passageiros um dos aspetos relevantes que influenciam a escolha da companhia aérea. Por sua vez, estas procuram novas formas de inovar os seus serviços e diferenciar os seus produtos de forma a satisfazer as necessidades dos clientes, produzir lucro e superar a concorrência.

O conforto na posição sentada está relacionado com fatores de *design* dos assentos, com a postura, acomodação e facilidade de ajustes. É difícil medir o conforto na posição sentada devido a fatores como as características antropométricas dos passageiros, *design* e estilo dos assentos e o tempo de duração nesta posição.

Não existe uma norma obrigatória que estabeleça a definição de conforto a bordo e, consequentemente, as empresas testam os limites das autoridades sem se preocuparem com o conforto dos passageiros. A escolha do *seat pitch* num avião é sempre do comprador e os fabricantes são responsáveis apenas por fornecer assentos certificados para o efeito pretendido.

A AN64 é uma norma que regulamenta o espaço na classe económica em aviões comerciais aplicada nos países do Reino Unido. Nos outros países a AN64 é somente uma norma de referência e não é obrigatória. Esta norma baseia-se em 3 dimensões mínimas exigidas nas filas de assentos.

Com o aparecimento da AN64 os fabricantes alteraram os assentos tradicionais com o fornecimento de modelos *hi-density*, que resultou na redução da espessura do encosto, redução do comprimento do assento e redução do apoio dos braços. Isto possibilitou o aumento do espaço útil do passageiro com o mesmo *seat pitch* ou manter o mesmo espaço útil e diminuir o *seat pitch*. A maioria das companhias aéreas optou por diminuir o *seat pitch* configurando o avião com o máximo número de assentos possível respeitando a dimensão mínima da AN64. Este foi o ponto de partida para as empresas *low cost* surgirem e se multiplicarem em muitos países.

O conforto continuará a ser um problema para os passageiros, enquanto a autoridade aeronáutica não regulamentar o espaço entre os assentos e estabelecer dimensões de conforto que sejam verdadeiramente cumpridas.

As exigências de certificação de um assento estão limitadas às considerações de segurança. Os padrões de conforto dos passageiros são um assunto para as companhias aéreas.

Capítulo 7 – Materiais Aplicados aos Interiores

7.1. Introdução

O presente capítulo surge como um enquadramento teórico suportado por uma pesquisa bibliográfica cujo tema incide sobre os materiais aplicados aos interiores na indústria automóvel e aeronáutica.

Este capítulo pretende mostrar a importância do papel dos materiais no fabrico de componentes de interiores aplicados em automóveis e aviões.

Aborda a forma de seleção dos materiais no processo de desenvolvimento do produto, a classificação dos materiais, os materiais aplicados no interior de um automóvel e os respetivos requisitos desta indústria, os materiais aplicados no interior de um avião e a respetiva regulamentação e projetos desenvolvidos em Portugal.

7.2. Generalidades

Os materiais são os responsáveis pelo desenvolvimento de vários setores industriais e processos de produção, influenciam os custos e propagam a mudança tecnológica. ⁴⁵

A pesquisa científica e tecnológica no campo dos materiais é conhecida pela grande variedade de descobertas de propriedades e da variedade de aplicações desenvolvidas. Como resultado, existe um grande número de materiais alternativos para o mesmo produto em vez de se usar o tradicional material multiuso. ⁴⁵

Os materiais são desenvolvidos não apenas pela produção em si, mas com um propósito específico onde estão envolvidos os setores industriais que utilizaram o produto final. Hoje em dia, os materiais competem entre si para assumirem determinadas funções de um produto e a seleção desses materiais tem que ser adequada às especificações desse mesmo produto. ⁴⁵

O fator-chave para o avanço no campo dos materiais é o trabalho feito em conjunto entre fabricantes de materiais, fornecedores de componentes e montadoras. ⁴⁵

A seleção de materiais e o seu processo produtivo têm um grande impacto em questões ambientais nos diversos setores industriais devido a: ⁴⁵

- Devastação de recursos naturais;

⁴⁵ Araújo, Marcelo Ribeiro; Naveiro, Ricardo Manfredi; “**Desenvolvimento de Novos Materiais e Novos Produtos na Indústria Automobilística**”, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, 1999

- Consumo de energia;
- Poluição;
- Refugos.

Consequentemente, impõem cada vez mais as indústrias a levar a sério as questões ambientais através dos seguintes fatores: ⁴⁵

- ✓ Legislação;
- ✓ Redução de custos;
- ✓ Imagem da empresa.

Deste modo, na seleção de materiais estes terão de apresentar: ⁴⁵

- Boa reciclabilidade;
- Fácil desmontagem;
- Que o processo de produção não gere subprodutos que sejam prejudiciais ao meio-ambiente.

7.3. Processo de Desenvolvimento do Produto

Para que um produto atinja um determinado nível de desempenho devem ser escolhidos materiais cujas propriedades, limitadoras desse desempenho, sejam iguais ou superiores ao que se pretende. Cabe ao engenheiro do projeto, numa primeira fase de desenvolvimento do produto, determinar as propriedades limitadoras do *design* e aplicar-lhe os limites pretendidos eliminando assim os materiais que não preenchem os requisitos. Em simultâneo, o engenheiro irá selecionar o processo de fabrico mais adequado ao produto de forma a manter o nível de desempenho pretendido. ⁴⁶

O processo de desenvolvimento, como mostra a figura 7.1, inicia-se com a identificação de uma necessidade do mercado, de seguida a definição do conceito do produto, a definição da forma do produto, a definição dos detalhes do produto e termina com a especificação do produto. ⁴⁶

Na fase de definição de conceito, o engenheiro tem uma diversidade de materiais e processos de fabrico disponíveis. ⁴⁶

Na fase de definição da forma do produto são selecionados os materiais e os processos de fabrico tendo sempre em conta as implicações de desempenho e de custos. ⁴⁶

⁴⁶ Almeida, José; “**Design com Compósitos Contendo Resíduos de Madeira**”, Dissertação de Mestrado em Engenharia de Materiais, Universidade de Aveiro, Departamento de Engenharia Cerâmica e do Vidro, 2009

Na fase de definição dos detalhes do produto é feita a escolha final dos materiais a aplicar a cada componente e os métodos de produção são analisados e orçamentados.

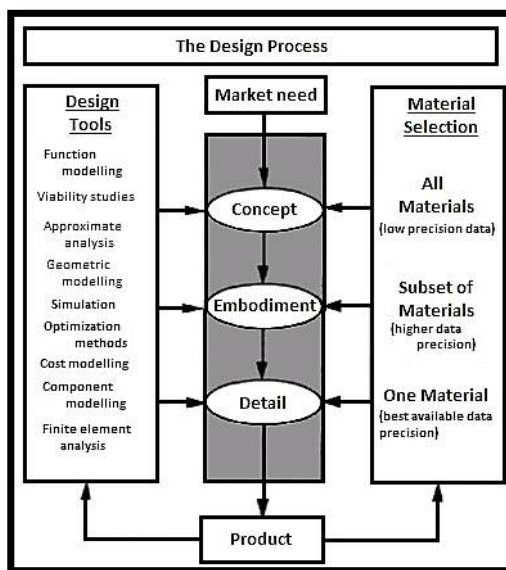


Figura 7. 1 - Diagrama de desenvolvimento de produto [46]

A figura 7.2 mostra as características mais importantes de cada fase do processo de seleção dos materiais.

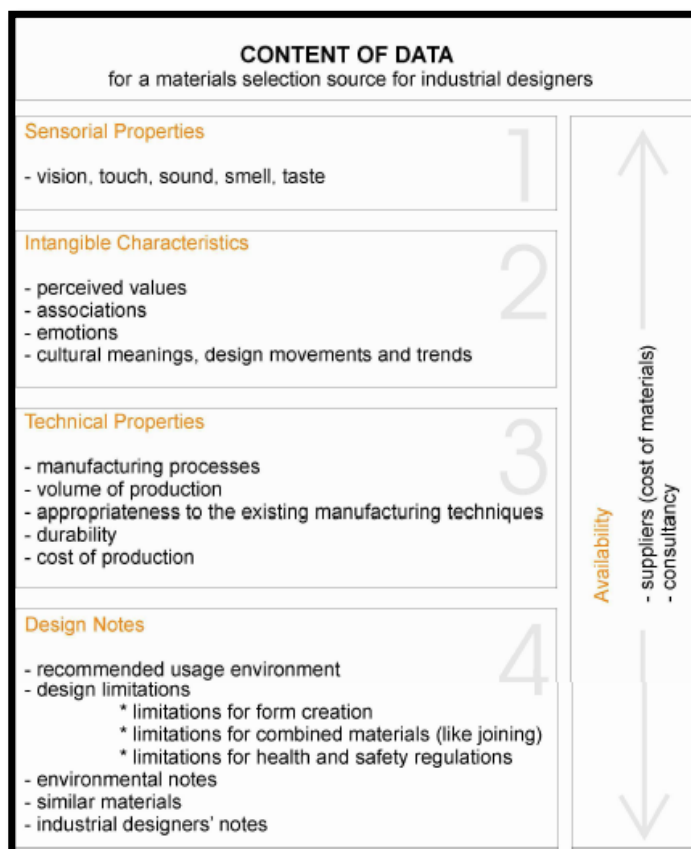


Figura 7. 2 - Ordenamento dos dados requeridos pelo designer industrial para o processo de seleção de materiais [46]

A informação necessária à seleção de materiais está disponível em diversas fontes como por exemplo manuais técnicos, folhetos técnico-comerciais, livros, feiras, revistas técnico-científicas, motores de busca, bases de dados, entre outros. ⁴⁶

A necessidade de informação referente aos materiais é agrupada em: ⁴⁶

- Informação comparada de materiais e produtos;
- Informação sobre características de produtos e comportamento dos materiais durante a vida destes;
- Informação das características técnicas dos materiais;
- Amostras dos materiais.

Para facilitar a seleção de materiais existem bases de dados digitais (CES EDUPA CK, *MatWeb*, *Design Insite*, *Idemat*, *Plastics Technology*, *Aluselect*, *Alloy Finder*, etc.) que permitem uma pesquisa profunda quanto a propriedades dos materiais. Este *software* pode ser utilizado juntamente com os seguintes métodos de seleção de materiais: ⁴⁶

- Análise;
- Síntese;
- Similaridade;
- Inspiração.

7.4. Classificação dos Materiais

7.4.1. Materiais Compósitos

Os compósitos são uma combinação de dois ou mais materiais que formam um novo produto com diferentes características dos seus constituintes. ⁴⁷

Estes materiais são constituídos por uma matriz e um reforço. A matriz confere a estrutura ao compósito, a orientação das fibras e o seu preenchimento, suporta as cargas máximas e impede que as deformações ultrapassem os limites aceitáveis. O reforço realça as propriedades (mecânicas, químicas, eletromagnéticas, etc.) do compósito. ⁴⁷

O material que confere estrutura na matriz pode ser metálico ou cerâmico e fibroso (tecido ou não-tecido). Este material deve apresentar resistência, rigidez e maleabilidade.

A junção de excelentes propriedades mecânicas e leveza do material estrutural faz dos compósitos materiais muito importantes em engenharia. ⁴⁷

⁴⁷ Santos, Alexandre Maneira; "**Estudo de Compósitos Híbridos Polipropileno/ Fibras de Vidro e Coco para Aplicações em Engenharia**", Dissertação de Pós-graduação em Eng. Mecânica, UFP, Curitiba, 2006

7.4.2. Compósitos de Matriz Polimérica

Os compósitos de matriz polimérica são divididos em: ⁴⁷

- Termoendurecíveis;
- Termoplásticos.

Os termoendurecíveis, ao serem aquecidos, amolecem numa primeira fase mas na continuação do aquecimento endurecem irreversivelmente. ⁴⁷

Os polímeros termoendurecíveis são utilizados como material de estrutura em compósitos pois apresentam elevada rigidez, alta estabilidade térmica e dimensional, resistência à deformação e boas propriedades de isolamento térmico e elétrico. ⁴⁷

Através de simples processos de fabrico os polímeros termoendurecíveis podem ser misturados com fibras. ⁴⁷

Os termoplásticos podem ser moldados diversas vezes pois, ao serem aquecidos, amolecem continuamente até fundirem a altas temperaturas. ⁴⁷

Os polímeros termoplásticos oferecem alta tenacidade à fratura, boa resistência ao impacto, boa resistência à propagação de fissuras, produção a baixo custo, fácil controlo de qualidade e reciclável. ⁴⁷

A fabricação de estruturas híbridas de compósitos termoplásticos é uma aposta económica para componentes estruturais que são submetidos a altas solicitações, com elevado grau de integração e baixo peso. ⁴⁷

A I&D está focada na melhoria de características dos materiais dos compósitos, ou seja, nas propriedades da matriz polimérica, no reforço fibroso e na interface entre a matriz e o reforço. ⁴⁷

7.4.3. Fibras de Reforço para Compósitos

As fibras são muito importantes como reforço de compósitos poliméricos pois são caracterizadas por serem: ⁴⁷

- Flexíveis;
- Macroscopicamente homogéneas;
- Com elevada relação entre comprimento e secção transversal.

Podem ser classificadas de acordo com a sua origem, isto é, fibras naturais ou sintéticas. As fibras naturais são provenientes de animais, vegetais e minerais como mostra a figura 7.3.

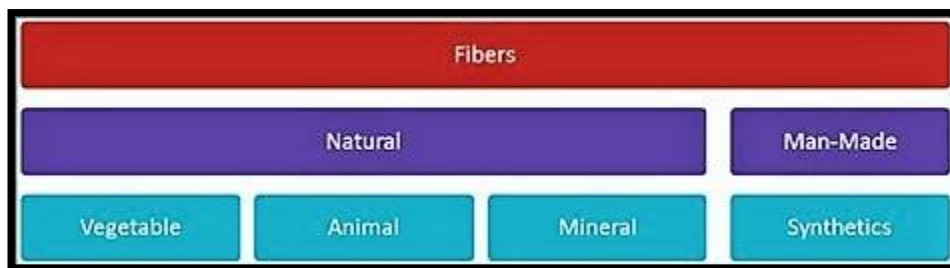


Figura 7. 3 - Classificação das fibras [48]

a) Fibras de Vidro

As fibras de vidro são um dos principais materiais de reforço usados em matrizes poliméricas muito utilizadas na indústria automóvel e aeronáutica, isto porque é possível aumentar a sua resistência mecânica manipulando os componentes. Têm boa resistência química e um baixo custo.⁴⁷

As fibras de vidro podem ser:⁴⁹

- ✓ Fibras contínuas utilizadas em fios e produtos têxteis;
- ✓ Fibras descontínuas usadas em mantas ou placas para isolamento e filtração.

De um modo geral, em plásticos moldados e laminados são utilizados têxteis de fibra de vidro como reforço. Para isolamento térmico e sonoro é utilizada lã de fibra de vidro pois é um material com espessura, macio e feito com fibras descontínuas.



Figura 7. 4 - Fibra de vidro [50]

⁴⁸ Loureiro, Nuno A.O.C.; “**Sustainable automotive components for interior door trims**”; Dissertação em Design Industrial, Engenharia Mecânica, FEUP, Porto, 2013

⁴⁹ Masuelli, Martin Alberto; “**Introduction of Fibre-Reinforced Polymers – Polymers and Composites: Concepts, Properties and Processes**”, Fiber Reinforced Polymers - The Technology Applied for Concrete Repair, Chapter 1, , San Luis, Argentina, 2013

⁵⁰ Quimer - Produtos Químicos Lda.; consultado em Setembro de 2015

b) Fibras de Carbono

Os compósitos poliméricos reforçados com fibras de carbono, muito utilizados na indústria automóvel e aeronáutica, apresentam vantagens e desvantagens quando comparados com outros materiais de reforço: ⁵¹

- Elevada resistência e rigidez;
- Elevada resistência à fadiga;
- Baixo coeficiente de dilatação térmico;
- Ótima resistência a químicos e corrosão;
- Baixa resistência ao fogo;
- Baixa exposição a raios ultravioleta;
- Incompatibilidade com superfícies irregulares.

Os reforços com fibras de carbono podem ser apresentados nas seguintes formas: ⁵¹

- Fios de fibra de carbono;
- Chapas de polímeros reforçados com fibras de carbono impregnadas com resina epóxi ou poliéster;
- Tecidos de fibra de carbono pré-impregnados colados sobre a superfície com resina epóxi.

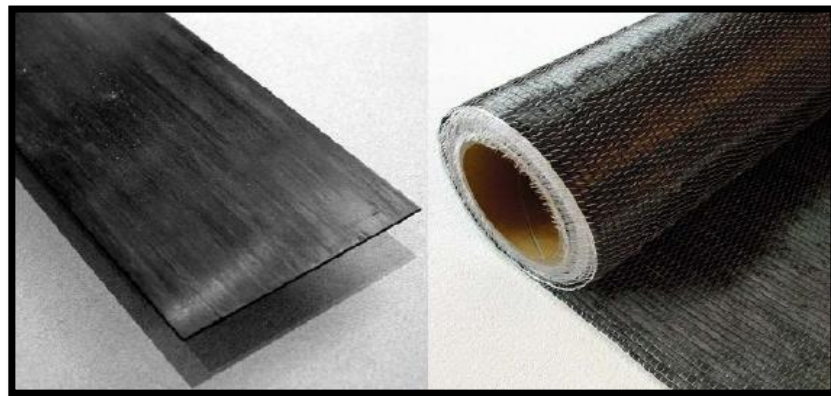


Figura 7. 5 - Reforço com fibras de carbono em chapa e tecido [51]

⁵¹ PUC-Rio, Repositório institucional da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; “**Reforço Estrutural com Compósitos de Fibra de Carbono**”, Certificação Digital N° 0221074/CA, consultado em Setembro de 2015

c) Fibras de Aramida (Kevlar)

As fibras de aramida, também conhecidas por Kevlar, são utilizadas em estruturas no setor aeronáutico. Têm um custo inferior ao das fibras de carbono e um custo superior ao das fibras de vidro.⁵²

As fibras Kevlar apresentam vantagens e desvantagens quando comparados com outros materiais de reforço:⁵²

- ✓ Elevada resistência ao corte;
- ✓ Boa resistência à tração (inferior ao da fibra de carbono, superior ao do alumínio);
- ✓ Baixo peso;
- ✓ Elevada deformação plástica sob compressão;
- ✓ Difícil manuseamento;
- ✓ Resistente ao calor;
- ✓ Elevada absorção de humidade;
- ✓ Baixa exposição a raios ultravioleta.

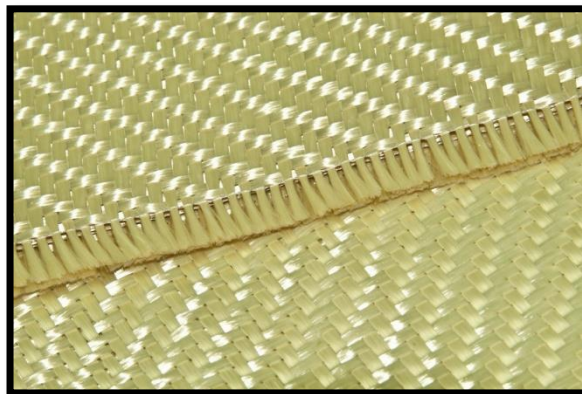


Figura 7. 6 - Tecido de Kevlar [52]

d) Fibras Vegetais

Compósitos poliméricos reforçados com fibras vegetais são cada vez mais utilizados como reforços devido a características como:⁵³

- Baixo custo;
- Biodegradabilidade;

⁵² Zanatta, Rodrigo; www.aviacao.org/article/materiais-compositos, Materiais Compósitos na Aviação, aviação.org, Cultura Aeronáutica, 2012

⁵³ Esteves, José Luís; “*Novos Materiais e Novas Estruturas*”, MIT Portugal, FEUP, Encontro Ciência 2009, 29-30 de Julho de 2009

- Excelentes propriedades térmicas, acústicas e elétricas;
- Não abrasivas;
- Não tóxicas;
- Baixa densidade;

A utilização de fibras vegetais contribui para reduzir o impacto ambiental pois é um material abundante e de fonte renovável. Os resíduos gerados pela produção de fibras naturais podem ser uma importante fonte de matéria-prima para o fabrico de componentes.

As fibras vegetais não podem fornecer as mesmas propriedades mecânicas de uma fibra de carbono, mas conseguem alcançar o mesmo comportamento de uma fibra de vidro.⁵¹ Em comparação com as fibras de vidro, as fibras vegetais oferecem muitas vantagens tais como: ⁵³

- ✓ As fibras de vidro possuem uma densidade cerca de duas vezes superior às fibras vegetais;
- ✓ Elevada relação comprimento/diâmetro;
- ✓ São menos abrasivas o que leva a uma vantagem de ordem técnica e no processamento do compósito;
- ✓ Facilmente recicláveis pois o dióxido de carbono libertado durante a combustão das fibras é necessária para o crescimento da planta;
- ✓ Quando utilizadas como reforço em matrizes biodegradáveis, representam uma grande vantagem do ponto de vista ambiental.

As fibras vegetais também possuem limitações que condicionam a sua utilização em determinadas aplicações:

- Temperatura de processamento limitada;
- Elevada capacidade para absorção da humidade;
- Fraca adesão interfacial com alguns polímeros;
- Variabilidade das propriedades físicas e mecânicas das fibras pois dependem das condições climáticas.
- Preço variável.

As fibras vegetais são sujeitas a uma preparação e modificação da sua superfície antes de serem utilizadas em compósitos. No final, o compósito deve apresentar: ⁵⁴

- Boa aparência entre a fibra e a matriz;

⁵⁴ Engineering.com; “**Biocomposites**”; consultado em Setembro de 2015

- Adequado grau de polimerização e cristalização;
- Resistência à humidade;
- Conter propriedades físicas homogêneas.
- Não-inflamável.

As fibras vegetais podem ser classificadas em cinco grupos, como mostra a figura 7.6.

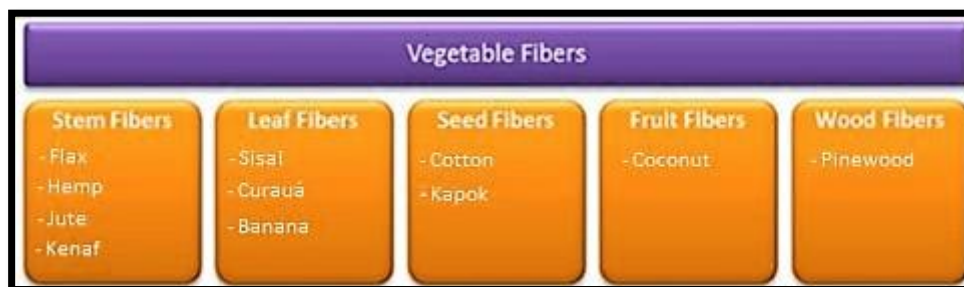


Figura 7. 7 - Classificação das fibras vegetais [48]

A aplicação industrial feita a cada fibra tem como base as suas propriedades mecânicas apresentadas nas tabelas 7.1 e 7.2.

Tabela 7. 1 - Propriedades mecânicas de fibras vegetais e artificiais [47]

Fibra	Densidade (g/cm ³)	Alongamento (%)	Resistência à Tração (Mpa)	Módulo de Elasticidade (Gpa)
Coco	1,2	30,0	175	4,0 - 6,0
Algodão	1,5 - 1,6	7,0 - 8,0	287 - 597	5,5 - 12,6
Juta	1,3	1,5 - 1,8	393 - 773	26,5
Linho	1,5	2,7 - 3,2	345 - 1035	27,6
Cânhamo	***	1,6	690	***
Rami	***	3,6 - 3,8	400 - 938	61,4 - 128
Sisal	1,5	2,0 - 2,5	511 - 635	9,4 - 22,0
Kraft ^a	1,5	***	1000	40,0
E-vidro ^b	2,5	2,5	2000 - 3500	70,0
Carbono (padrão)	1,4	3,3 - 3,7	3000 - 3150	63,0 - 67,0

a – Kraft de madeira leve;
b – Fibra de vidro usada na indústria eletrônica (E).

Tabela 7. 2 - Propriedades mecânicas de fibras vegetais [54]

Fiber	Density (g/cm ³)	Elongation (%)	Tensile Strength (MPa)	Elastic Modulus (GPa)
Jute	1,3	1,5-1,8	393-773	26,5
Hemp	1,47		690	70
Kenaf	1,45	1,6	930	53
Sisal	1,5	2,0-2,5	511-635	9,4-22
Coir	1,2	30	593	4,0-6,0

1) **Fibras de Caule**

i. **Cânhamo (*Hemp*)**

O cânhamo é uma fibra macia, durável, obtida a partir de plantas do género cannabis para uso industrial e comercial. ⁵⁴

Comparando com as fibras de vidro, o cânhamo tem menor densidade, equivalente módulo de elasticidade, aproximadamente metade do preço das fibras de vidro e menor tempo de moldagem. ⁵⁴



Figura 7. 8 - Configurações da fibra de cânhamo [54]

ii. **Juta (*Jute*)**

A juta é uma fibra longa, macia, brilhante e 100% biodegradável. Pode ser misturada com fibras naturais e sintéticas. ⁵⁴

A fibra de juta apresenta uma elevada resistência à tração, baixa extensibilidade, boa condutividade térmica e boas propriedades de isolamento acústico. ⁵⁴



Figura 7. 9 - Configurações da fibra de juta [54]

iii. **Kenaf**

A kenaf é uma planta herbácea (designada por “erva” com caule não lenhoso ou flexível) que pode ser cultivada em larga escala com uma larga escala de condições climáticas. ⁵⁴

A fibra kenaf apresenta baixa densidade, é não abrasiva durante o processamento e biodegradável. ⁵⁴

Esta fibra substitui muitas vezes a fibra de vidro ou outras fibras sintéticas.



Figura 7. 10 - Configurações da fibra de kenaf [54]

2) Fibras de Folha

i. Sisal

A fibra de sisal é uma das fibras mais utilizadas e de fácil cultivo. São definidas pela sua origem, idade e conteúdo de celulose que lhes dão força e rigidez. ⁵⁴

A resistência à tração ao longo do comprimento de uma fibra de sisal não é uniforme. Na raiz e parte inferior mostra baixa resistência à tração e baixo módulo de elasticidade, enquanto é mais forte e dura no meio e na ponta tem propriedade moderadas. ⁵⁴

O custo da fibra de sisal é aproximadamente um-nono do da fibra de vidro.



Figura 7. 11 - Configurações da fibra de sisal [54]

ii. Curauá

A fibra de curauá possui uma elevada resistência mecânica, é macia, leve e reciclável. Permite diversas composições conforme o uso na indústria. ⁵⁵

⁵⁵ Wikipédia, Curauá, consultado em Setembro de 2015

A fibra de curauá tem vindo a substituir a fibra de vidro pois provoca menor desgaste das ferramentas no processo de moldagem.



Figura 7. 12 - Configurações da fibra de curauá [55]

3) Fibras de Sementes

i. **Coco (Coir)**

A fibra de coco é uma massa fibrosa castanha-avermelhada que se encontra entre a casca externa e a cobertura externa do núcleo do coco. ⁵⁴

A fibra de coco existe em duas formas:

- Marron – colhidas em cocos totalmente amadurecidos, possui uma elevada resistência à abrasão, é menos flexível que o linho e o algodão mas mais forte que estes;
- Marron clara ou branca – colhidas em cocos verdes (não maduros), são mais suaves, mais fracas do que a marron.

A fibra de coco branca como reforço de uma matriz polimérica altera as propriedades mecânicas da matriz tais como a resistência em relação à tensão, tração e rutura. ⁴⁷



Figura 7. 13 - Configurações da fibra de coco [54]

e) Cortiça

A cortiça é 100% natural, reutilizável e reciclável. É retirada do sobreiro a cada nove anos após a árvore atingir a sua maturidade (25 anos).⁵⁶

A cortiça tem propriedades ímpares, como a capacidade natural de impermeabilização a líquidos e gases, elasticidade, compressão, elevada resistência, leveza, flutuação, isolamento térmico e acústico e uma lenta combustão.⁵⁶

É um dos materiais mais versáteis devido à sua leveza, ao elevado grau de isolamento acústico e à sua durabilidade. Não existe outro material natural ou artificial que possua a mesma combinação de propriedades da cortiça.⁵⁶

O desenvolvimento de produtos para a indústria dos transportes focaliza-se na aplicação da cortiça como núcleo em estruturas com elevados requisitos técnicos para os interiores destes.⁵⁶



Figura 7. 14 - Configurações da cortiça [56]

7.4.4. Resinas Poliméricas em Compósitos

As resinas poliméricas utilizadas na fabricação de compósitos podem ser termoplásticas ou termoendurecíveis. Dependendo do tipo de condições operacionais no processo de fabricação, é escolhida o tipo de resina mais adequada.⁵⁷

As resinas são aplicadas num compósito entre o reforço e a matriz, o que permite que haja uma distribuição uniforme de carga sobre o reforço que a superfície externa do compósito esteja protegida da abrasão e corrosão e que impeça ou minimize o processo de fratura.⁵⁷

A adesão entre todos os componentes de um compósito é determinante para a obtenção de determinadas propriedades do material.⁵⁷

⁵⁶ Amorim Cork Composites; “*Reinventing How Cork Engages The World*”; Janeiro de 2013

⁵⁷ Borges, Sandro G.; “*Síntese e Caracterização de Resinas Fenólicas Líquidas do Tipo Novolaca Aplicáveis no Processo de Pultrusão*”; Dissertação em Engenharia, PPGEM, UFRGS, Porto Alegre, 2004

As resinas poliméricas têm de ser resistentes à humidade e ao calor pois podem causar variação de volume, o que pode levar ao aparecimento de microfaturas ou degradação dos compósitos. ⁵⁷

Tabela 7. 3 - Resinas utilizadas na fabricação de compósitos [57]

Resina Termorrígida		Resina Termoplástica	
Tipo	Características Principais	Tipo	Características Principais
Epóxi	Boa resistência química e térmica; Boas propriedades elétricas;	Poliacetal	Alta resistência mecânica; Boa resistência química e térmica;
Fenólica	Excelentes propriedades elétricas; Excelente resistência ao fogo;	Poliimida	Boa processabilidade; Boa resistência térmica;
Poliéster	Curam em baixas e altas temperaturas; Boa resistência química;	Poliarilato	Boa tenacidade; Boa resistência química e térmica;
Poliuretana	Boa resistência química e a abrasão; Excelente tenacidade e propriedades;	Policloreto de vinila	Baixo coeficiente de expansão térmica;
Silicone	Excelentes propriedades térmicas e elétricas; Resistente a hidrólise e a oxidação;	Poli propileno	Alta resistência a tensão; Boa resistência ao impacto;
Éster vinílico	Boa resistência a fadiga e a agentes químicos; Boa tenacidade;	Poli Carbonato	Excelente resistência térmica; Excelentes propriedades térmicas;
Melanina-Uréia	Boa resistência térmica e ao impacto;	PPS	Alta resistência térmica e química; Boas propriedades elétricas;
Alquídicas	Boa resistência química e térmica;	PPO	Boas propriedades mecânicas; Boa resistência térmica e química;

As tabelas 7.4 e 7.5 mostram as propriedades de algumas resinas termoendurecíveis e termoplásticas.

Tabela 7. 4 - Propriedades de algumas resinas termoendurecíveis [54]

Property	Polyester	Vinylester	Epoxy
Density	1,2-1,5	1,2-1,4	1,1-1,4
Elastic Modulus (GPa)	2-4,5	3,1-3,8	3-6
Tensile Strength (MPa)	40-90	69-83	35-100
Compressive Strength (MPa)	90-250	100	100-200
Elongation (%)	2	4-7	1-6
Cure shrinkage (%)	4-8	-	1-2
Water absorption (24h@20°C)	0,1-0,3	0,1	0,1-0,4
Izod Impact, Notched (J/cm)	0,15-3,2	2,5	0,3

Tabela 7. 5 - Propriedades de algumas resinas termoplásticas [54]

Property	PP	LDPE	HDPE	PS	Nylon 6	Nylon 6,6
Density (g/cm ³)	0,899-0,920	0,910-0,925	0,94-0,96	1,04-1,06	1,12-1,14	1,13-1,15
Water absorption (24h@20°C)	0,01-0,02	<0,015	0,01-0,2	0,03-0,10	1,3-1,8	1,0-1,6
T _g (°C)	-10 to -23	-125	-133 to -100	-	48	80
T _m (°C)	160-176	105-116	120-140	110-135	215	250-269
Heat Deflection Temp (°C)	50-63	32-50	43-60	Max 220	56-80	75-90
Coefficient of thermal expansion (mm/mm/°C*10 ⁵)	6,8-13,5	10	12-13	6-8	8-8,6	7,2-9
Tensile strength (MPa)	26-41,4	40-78	14,5-38	25-69	43-79	12,4-94
Elastic modulus (GPa)	0,95-1,77	0,055-0,38	0,4-1,5	4-5	2,9	2,5-3,9
Elongation (%)	15-700	90-800	2,0-130	1-2,5	20-150	35->300
Izod impact strength	21,4-267	>854	26,7-1,068	1,1	42,7-160	16-654

* PP= polypropylene; LDPE= low density polyethylene; HDPE= high density polyethylene.

7.4.5. Material do Futuro

Foi desenvolvido numa “*joint venture*” entre a Boeing e a General Motors em conjunto com a HRL Laboratories a estrutura de metal mais leve de sempre, que é também um dos materiais mais leves conhecidos pela ciência, chamado Microlattice. ⁵⁸

A estrutura do Microlattice é de 99,99% de ar e é comparável à arquitetura oca em favo de mel do osso. A estrutura é composta por uma rede de superfinos suportes ocos que têm cerca de 100 micrómetros de diâmetro e paredes de apenas 100 nanómetros de espessura e assemelha-se com uma esponja ou malha. ⁵⁸

O Microlattice é dez vezes mais leve que o Isopor (espuma de poliestireno). No entanto, apesar de ser incrivelmente leve, é também extremamente forte. O principal uso seria em componentes estruturais tais como paredes laterais ou painéis de piso de aviões comerciais.

Este material tem muitas possibilidades de aplicação que vão desde o uso na indústria aeroespacial, veículos de alto desempenho, bem como a absorção de choque e isolamento de vibrações. O custo de produção terá que descer um pouco mais antes que seja economicamente viável a utilização deste material em automóveis. ⁵⁸

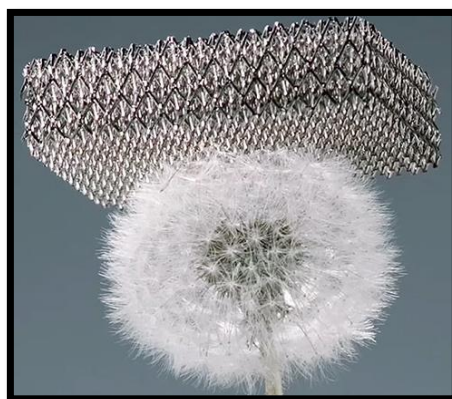


Figura 7. 15 – Leveza do material Microlattice [58]

⁵⁸ www.boeing.com/features/2015/10/innovation-lightest-metal-10-15.page, Boeing, The Lightest Metal Ever, consultado em Outubro de 2015

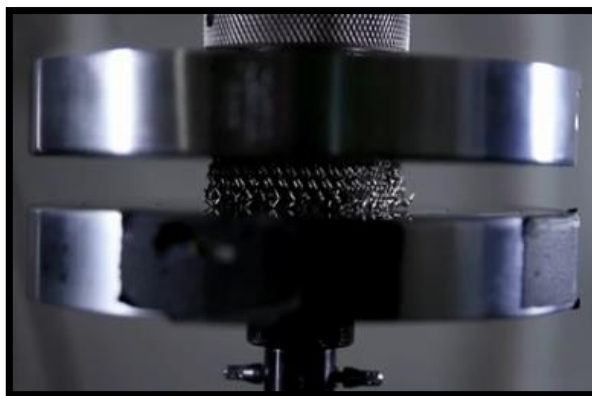


Figura 7. 16 - Dureza do material Microlattice [58]

7.5. Materiais Aplicados no Interior de um Automóvel

7.5.1. Generalidades

A crescente personalização esperada pelos consumidores no interior dos automóveis faz prever que a diversidade será regra e somente a versatilidade e a flexibilidade de alguns materiais permite que se fabrique diferentes automóveis baseados no mesmo chassis.⁵⁹

A maneira mais fácil e menos dispendiosa para reduzir o consumo de energia e emissões de um automóvel é reduzir o peso do mesmo. O desenvolvimento e pesquisa de novos materiais e a sua produção está continuamente em curso. O objetivo dos fornecedores de matérias-primas (*GE Plastics, BASF, Borealis AG, Ticona*, etc.) é desenvolver materiais fáceis de fabricar com as melhores propriedades do ponto de vista de utilização e ambientais.⁵⁹

A utilização de peças plásticas nos interiores de automóveis tem contribuído para se garantir padrões de segurança, economia de combustível e flexibilidade de fabricação.⁵⁹ Os plásticos são usados principalmente para torná-los mais eficientes em termos energéticos através da redução de peso, juntamente com o fornecimento de durabilidade, resistência à corrosão, flexibilidade de *design*, resiliência e alta performance a baixo custo.⁶⁰

A utilização de plásticos nos automóveis tem vantagens e desvantagens como mostra a tabela 7.6, embora possa existir polímeros especialmente produzidos para atender a certas exigências que superam estas desvantagens.

⁵⁹ Hemais, Carlos A.; “*Polímeros e a Indústria Automobilística*”; Polímeros: Ciência e Tecnologia, volume 13, nº 2, p. 107-114, 2003

⁶⁰ Szeteiová, Katarína; “*Automotive Materials Plastics in Automotive Markets Today*”; IPT, MTM, FMSTT, Slovak University of Technology Bratislava, 2010

Tabela 7. 6 - Vantagens e desvantagens da utilização de plásticos em automóveis [61]

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Redução de peso (devido ao facto das peças poliméricas serem mais leves que as tradicionais peças metálicas) • Aumento da segurança • Redução de custos (os variados tipos de plásticos são relativamente baratos) • Redução do tempo de produção (ex: é muito mais rápido fazer um tabelier para um carro com material polimérico do que metálico) • Menores investimentos na construção dos mesmos (para além de ser rápido é barato) • Aumento da resistência à corrosão • Ausência de ferrugem (ao invés do que acontece com todo o tipo de materiais metálicos) • Possibilidade de designs mais modernos • Formatos mais complexos (devido à boa maneabilidade dos vários materiais poliméricos) • Facilidade na produção • Veículos mais silenciosos • Melhor uso do espaço • Redução de emissões de CO₂ (como a densidade dos polímeros é baixa, como consequência é consumido menos combustível quando o automóvel se movimenta) • Aumento do conforto (ex: assentos) • Alto índice de fiabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioração por acção térmica e ambiental (os materiais poliméricos não são muito resistentes a temperaturas elevadas) • Facilidade de manchas permanentes • Deformação permanente elevada (devido à sua fácil maneabilidade) • Baixa resistência ao impacto (Devido à sua maneabilidade também) • Dificuldade de adesão de película de tinta • Inflamabilidade (são bem mais inflamáveis que os materiais metálicos) • Baixa estabilidade dimensional

7.5.2. Classificação dos Materiais

Os materiais mais utilizados no interior de um automóvel são os polímeros seguidos dos metais.⁶²

No interior de um automóvel os polímeros possuem uma boa relação massa/resistência, baixo custo de produção, são dúcteis, baixa resistência à deformação e ponto de fusão inferior à maioria dos metais. Os metais aplicados nos interiores são utilizados para a fabricação de estruturas de assentos e elementos de fixação de componentes. No entanto, alguns polímeros apresentam maior resistência mecânica e rigidez, o que permite a substituição de alguns metais estruturais por estes.⁶²

São também utilizados nos interiores outros materiais tais como:⁶²

- Couro;

⁶¹ Ascensão, Carlos; Ribeiro, Carlos; Filipe, João; Moreira, Jorge; Silva, Júlio; "**Materiais Usados Na Conceção De Um Automóvel – Que materiais poliméricos são utilizados e quais os respetivos componentes?**"; Projeto FEUP, FEUP, 2010/2011

⁶² Caetano, Ulisses; "**Design Para o Bem Estar Aplicado no Desenvolvimento de Interiores Automotivos**"; Dissertação em Desing, Escola de Engenharia, Faculdade de Arquitetura, PPGD, UFRGS, Porto Alegre, 2013

- Feltro;
- Tecidos;
- Revestimentos de superfície nos polímeros que imitam:
 - Madeira;
 - Cromo;
 - Bronze.

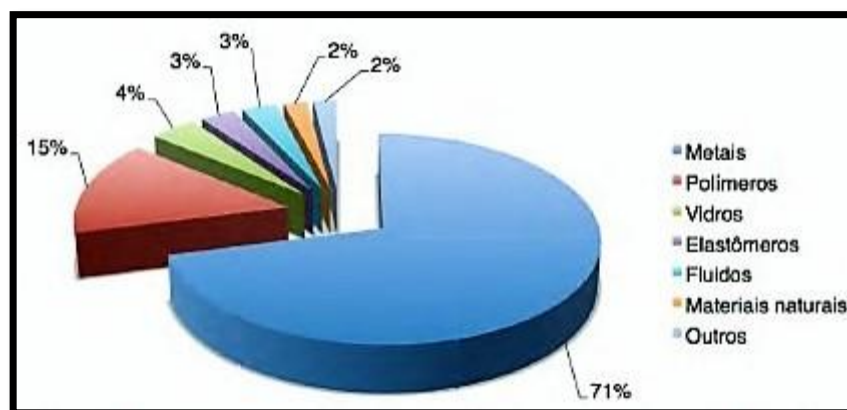


Figura 7. 17 - Diagrama percentual dos materiais aplicados na fabricação de um automóvel [62]

Existe uma diversidade de polímeros aplicados nos componentes de interiores, como mostra a tabela 7.7 com o exemplo de alguns dos principais polímeros utilizados. ⁶²

Tabela 7. 7 - Tipos de polímeros, as suas propriedades e componentes produzidos [62]

Polímero	Propriedades	Componentes produzidos
Polipropileno (PP)	Flexibilidade, Durabilidade, Boa resistência aos riscos, Boa resistência às intempéries, Resistência ao impacto, Rigidez.	Caixa do retrovisor interno, Cobertura do volante, Regulagem dos bancos, Freio de mão, Descansa braços, Painéis de porta e de instrumentos, Revestimento dos bancos.
Poli-óxido de metileno ou poliacetal. (POM)	Estabilidade dimensional, Baixa absorção de água, Resistência à fricção, Resistência à fadiga.	Manivela dos vidros, Cintos de segurança, Alavanca dos bancos, Setas e para-brisas, Manivela de ajuste dos bancos.
Poliuretano flexível moldado (PU)	Resistência à abrasão, Boa absorção de energia, Isolamento acústico.	Estofamento dos bancos.
Acrilonitrila butadieno estireno (ABS)	Resistência à corrosão, Resistência química, Resistência ao impacto, Resistência às baixas temperatura.	Painel de instrumentos.
Policloreto de vinila (PVC)	Alta resistência à chama; Semelhança ao couro.	Revestimento de bancos e painéis.

A utilização conjunta destes materiais torna difícil a sua ligação e por isso recorre-se ao uso de adesivos estruturais. Este tipo de adesivos apresentam vantagens e desvantagens: ⁶³

- ✓ Amortecimento de vibrações;
- ✓ Distribuição mais uniforme das tensões e rigidez que traz um aumento de resistência à fadiga;
- ✓ Podem ser aplicados por robôs;
- ✓ Permitem contacto contínuo entre as superfícies ligadas;
- ✓ Evitam furos e marcas de soldadura;
- ✓ Reduzem custos numa montagem;
- ✓ Resistência limitada a condições extremas de calor e humidade;
- ✓ Necessidade de ferramentas de fixação;
- ✓ Preparação prévia das superfícies.

Existem vários tipos de adesivos estruturais utilizados no setor automóvel tais como: ⁶³

i. Poliuretanos (PU)

Permitem a ligação entre diferentes componentes como por exemplo as fibras de carbono e metais. Apresentam as seguintes vantagens:

- Elasticidade;
- Flexibilidade;
- Excelentes propriedades mecânicas;
- Aumenta a resistência à corrosão;
- Diminui o peso do automóvel e consequentemente o consumo;
- Boa tenacidade e resistência química;
- Utilizados no interior e exterior do automóvel.

Existem também os adesivos poliuretanos híbridos que apresentam as seguintes vantagens:

- Resistência elevada às radiações ultravioletas;
- Resistência ao desgaste devido à ação do tempo;

⁶³ Brandão, Ana; Oliveira, César; Beleza, Filipa; Pinto, João; Couto, João; Mendes, Rodrigo; Correia, Vítor; **“Adesivos em Automóveis – Que adesivos se utilizam em automóveis e qual a sua função?”**; Relatório de Projeto FEUP, Outubro de 2010

- Excelente adesão a um vasto conjunto de materiais.

ii. Epóxidos

Utilizados na decoração do interior do automóvel, possibilitam *designs* interiores arrojados e luxuosos. Apresentam as seguintes vantagens:

- Aderem a diversos materiais;
- Boa resistência à tração e ao corte;
- Muito usado em aplicação de preenchimento de espaços;
- Excelente resistência à humidade.

Existem também os adesivos epóxidos híbridos que apresentam as seguintes vantagens:

- Excelente adesão com metais e plásticos;
- Elevado grau de flexibilidade;
- Processo de produção fácil e rápido devido ao facto da adesão e selagem se fazerem apenas numa etapa;
- Resistência ao desgaste e corrosão devido às condições climáticas;
- Utilizados no interior e exterior do automóvel.

Estes adesivos são muito utilizados nas portas dos automóveis. No caso de acidentes, onde exista embate nas portas laterais, estes adesivos têm uma enorme importância, como mostra a figura 7.18.

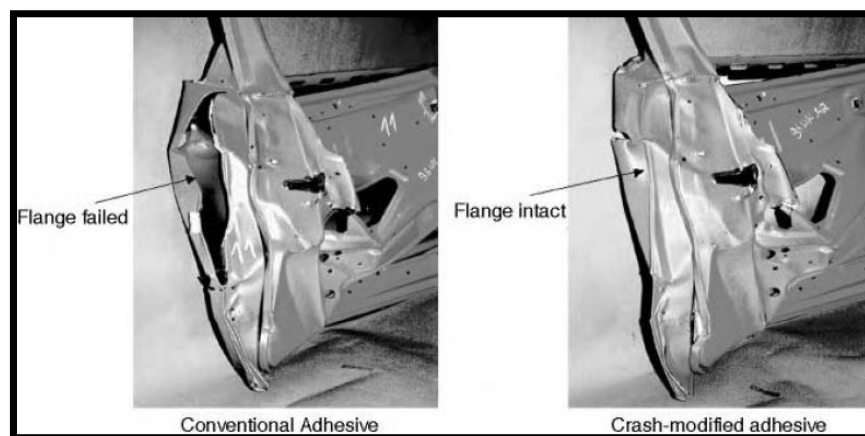


Figura 7. 18 - Diferença de performance face ao embate numa porta [63]

iii. Fenólicos

É frequente o uso de adesivos estruturais fenólicos nos tabliers em madeira. Apresentam as seguintes vantagens:

- Boa resistência ao calor;
- Baixo custo;
- Excelente resistência à água e a fungos.

7.5.3. Seleção e Aplicação de Materiais

O material utilizado num componente interage com a sua função, forma e processo pelo qual será fabricado. A escolha do material é determinada pela função, o modo como o componente realiza a função tem como base a sua forma e as propriedades do material são influenciadas pelo processo de produção escolhido. ¹

A seleção e aplicação de materiais para o interior de um automóvel é muito diversa devido à multiplicidade de funções que este abrange. As principais funções do interior do automóvel são: ¹

- ✓ Posição de transporte – função de criar uma forma adequada e resistente na posição sentada dos ocupantes;
- ✓ Segurança – função principal de absorção de energia resultante de impactos e funções estruturais;
- ✓ Conforto – função de absorção de vibrações, isolamento sonoro, isolamento térmico e postura;
- ✓ Manipulação de instrumentos – função de manusear o volante, manípulos e botões;
- ✓ Estética – função de criar um ambiente interior através de cores e texturas nas superfícies.

É possível identificar três partes existentes nos materiais dos componentes interiores às quais pode ser escolhido um tipo de material: ¹

- Substrato – com função de resistência estrutural (metais como o aço, alumínio, e o magnésio; compósitos de matriz polimérica com reforço de fibras) ou resistência semiestrutura (compósitos de fibra de vidro; compósitos com fibra de madeira; plásticos);
- Espumas/ Acolchoamento – com funções de segurança e conforto (espumas flexíveis de poliuretano (PU); espumas de poliolefina termoplástica (TPO));
- Superfície/ Película de Revestimento - com funções de conforto e estética (couro, têxteis, PU, policloreto de vinilo (PVC), TPO, polipropileno (PP), *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS)).

A figura 7.19 mostra os principais materiais e as principais funções que os componentes interiores cumprem:

MATERIAIS				
Estrutural	Peles/Superfícies Visíveis	Acolchoamento	Painéis Substrato	Manípulos
Aços Alumínio Magnésio Compósitos Híbridos	Pele natural/Couro Têxteis Polímeros: PVC, PU, PP, ABS	PU flexível Espumas	Compósitos Polímeros com fibras: vidro, madeiras, naturais	ABS PP PE PA PVC

Figura 7. 19 - Utilização dos materiais em funções [1]

7.5.4. Requisitos dos Materiais na Indústria Automóvel

Os materiais utilizados na indústria automóvel têm de cumprir determinados requisitos que podem ser de natureza legal e regulamentar tais como as preocupações ambientais e de segurança e também os requisitos provenientes do cliente. ⁶⁴

O objetivo dos fabricantes de automóveis e fornecedores de componentes é aumentar a utilização de materiais leves, mas o único obstáculo é o elevado custo na aplicação deste tipo de materiais. Para contornar este obstáculo a indústria automóvel tem apostado no desenvolvimento de novos materiais, tecnologias e processos de fabricação. ⁶⁴

De modo a utilizar materiais mais leves mas sem abdicar de outras propriedades os OEM têm substituído o aço por alumínio, magnésio, materiais compósitos e espumas. ⁶⁴

O ciclo de vida de um automóvel começa com a extração da matéria-prima, fabrico dos componentes e montagem final destes pelos OEM. O automóvel passa um longo tempo na fase de utilização do ciclo de vida, onde no passado seria em média de 12 a 13 anos e na atualidade em média 16 anos. ⁶⁴

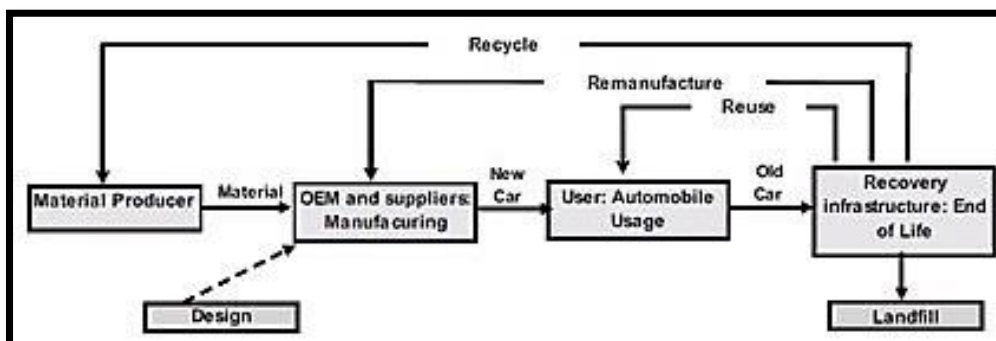


Figura 7. 20 - Ciclo de vida do automóvel [64]

⁶⁴ Ghassemieh, Elaheh; "*Materials in Automotive Application, State of Art and Prospects*"; University of Sheffield, UK, 2011

7.5.5. Sustentabilidade e Reciclabilidade

Implementar materiais sustentáveis em componentes de interiores pode ser realizado de duas formas: ⁶⁵

- Incorporando materiais naturais como por exemplo as fibras vegetais, cortiça e produtos derivados da madeira. Estes materiais também podem ser incorporados em tecidos de modo a substituir os têxteis sintéticos tradicionais. São materiais que resistem ao tempo e permitem poupanças substanciais de custo e peso;
- Na forma de substituição, onde tem sido recorrente desde há muitos anos impulsionado pela redução de custos, poupança e desempenho.

O nível de complexidade em relação aos tipos de matéria é cada vez maior devido à utilização de materiais renováveis e novos e melhorados tipos de plástico. Isto torna a reciclagem cada vez mais difícil de categorizar estas misturas de materiais. ⁶⁵

Projetos de componentes de automóveis evoluíram de modo a ter em conta a facilidade de desmontagem, desempenho, custos, redução de peso e uso de material reciclável. A figura 7.21 mostra um componente de poliuretano moldado semirrígido (espuma de PU), que é moldado sobre uma estrutura de arame seguido de uma cobertura têxtil colada à parte. Este componente é difícil de desmontar, não é recuperável devido à utilização de uma estrutura de aço moldado por um termoendurecível e coberto com um adesivo. A figura 7.22 mostra uma evolução deste componente mas neste caso é feito de polipropileno expandido (PPE) com uma armação de arame inserida, seguido de uma almofada de PU coberto com uma capa em tecido e têxtil. Com esta evolução, o componente pode ser desmontado exceto algumas partes que têm materiais incompatíveis. A figura 7.23 mostra a otimização do mesmo componente que é feito de espuma EPP sólida (polipropileno expandido) com inserções de plástico instalado sem qualquer metal, incorporada com uma cobertura TPO que é prensada na espuma EPP. Assim o componente é fácil de desmontar porque o EPP é um termoplástico facilmente reciclável. ⁶⁵



Figura 7. 21 - Componente de espuma PU com estrutura de arame [65]

⁶⁵ Sopher, Steven R.; “*Automotive Interior Material Recycling and Design Optimization for Sustainability and End of Life Requirements*”; JSP, SPE GPEC, 2008



Figura 7. 22 - Evolução do componente com espuma PEE com estrutura de arame [65]



Figura 7. 23 – Otimização do componente com espuma EPP e estrutura plástica [65]

A indústria automóvel deve estar preparada para: ⁶⁴

- ✓ Aproveitar e familiarizar-se com materiais ambientalmente sustentáveis e recicláveis;
- ✓ Envolver os fornecedores de material no desenvolvimento do produto de modo a tirar proveito desses materiais;
- ✓ Ter em conta o benefício do uso de materiais sustentáveis na perspetiva da responsabilidade social da empresa, reciclagem, economia, ambiental, padronização dos componentes e preferência dos consumidores.

7.5.6. A Influência das Propriedades dos Materiais

No interior de um automóvel, os utilizadores são expostos a diversos estímulos sensoriais influenciados por fatores como: ⁶²

- Tipos de materiais aplicados nos componentes;
- Condições externas (condições da estrada, ambientais, trânsito, ...);
- Estado fisiológico e psicológico dos utilizadores.

As propriedades dos materiais aplicados nos interiores contribuem para o critério de qualidade que os utilizadores fazem destes. O conceito de conforto e desconforto depende da natureza e do contexto no qual as interações com determinado componente ocorrem.

A figura 7.2 mostra as cinco influências das experiências somáticas que relacionam os utilizadores com os componentes de interiores. ⁶²



Figura 7. 24 - Cinco domínios das experiências somáticas [62]

A forma, dimensão, textura, dureza, rigidez, cor e posição são fatores importantes que contribuem para a avaliação que os utilizadores fazem sobre a estética e o luxo do interior de um automóvel. ⁶²

Tabela 7. 8 - Influências das propriedades dos materiais (figura retirada de [62])

	Atributos Estruturais			Propriedades dos Materiais														Situação		
	FORMA	DIMENSÃO	ESPESSURA	VOLUME	MASSA	DUREZA	RIGIDEZ	TEMPERATURA	RUGOSIDADE	TEXTURA	COR	BRILHO	TRANSPARÊNCIA	CHEIRO	SABOR	VIBRAÇÃO	SOM	POSIÇÃO	DISTÂNCIA	MOVIMENTO
VISÃO	●	●	●	●						●	●	●						●	●	●
TATO	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●						●		●	●	●
AUDIÇÃO								●	●							●	●	●	●	●
OLFATO	●			●				●		●				●						
PALADAR	●	●	●	●		●		●		●	●				●					

●

Grande importância para detecção da propriedade

●

Média importância para detecção da propriedade

Não interfere na detecção da propriedade

7.6. Materiais Aplicados no Interior de um Avião

7.6.1. Generalidades

Uma das características que distingue um avião comercial de classe económica, classe executiva ou primeira classe é o seu interior. Determinados requisitos como o conforto, a qualidade, a exclusividade, a luxuosidade e o requinte impostos pelos clientes obrigam ao uso de materiais desenvolvidos especificamente tendo em conta estes requisitos. ⁶⁶

⁶⁶ Costa, Fábio R.; “*Situação Atual e Perspetivas de Utilização de Materiais no Interior de Aeronaves Executivas*”; Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, CCET, UFSC, 2009

Os materiais utilizados no interior de aviões executivos conferem uma alta diferenciação estética, para além de respeitarem as exigências técnicas básicas e a regulamentação. No entanto, existe carência de informações relacionadas com a aplicação e utilização destes materiais relativamente às relações estabelecidas entre as propriedades, processamento e estrutura. ⁶⁶

Os aviões são constituídos no seu interior por um número de componentes fabricados com diversos materiais. Estes materiais devem respeitar determinados requisitos tais como: ⁶⁵

- Baixo peso;
- Resistência estrutural;
- Resistência ao fogo;
- Aspetos estéticos;
- Aspetos sensíveis.



Figura 7. 25 – Interior de um avião executivo [66]

7.6.2. Interior de Aviões Comerciais Executivos

Os componentes utilizados no interior de um avião executivo são constituídos por materiais leves, com resistência estrutural e resistência ao fogo de modo a que atendam aos padrões exigidos pelos clientes. São tipicamente formados por painéis sanduíche com uma estrutura de sustentação, combinados com um revestimento de acabamento. ⁶⁶

Compósitos, termoplásticos e nanomateriais (como por exemplo fibras de carbono e de polímeros ou nano partículas de ligas metálicas, entre outros) são materiais que têm contribuído para a evolução tecnológica do processo de fabricação de componentes, além de contribuírem para a diminuição dos ciclos de projeto. ⁶⁶

Tabela 7. 9 - Materiais utilizados e suas aplicações em aviões executivos (figura retirada de [66])

APLICAÇÃO	MATERIAIS
PEÇAS ESTRUTURAIS, PEÇAS AUXILIARES E ESTOFAMENTOS NÃO EXPOSTOS	Painéis sanduíche constituídos por núcleo de fibras de aramida (em estrutura de favo de mel) e faces de tecido (1 a 3 camadas) de fibras de vidro impregnadas com resina fenólica
	Painéis sanduíche constituídos por núcleo de fibra de carbono (em estrutura de favo de mel) e faces de tecido (1 a 3 camadas) de fibras de vidro ou de carbono impregnadas com resina epóxi
	Painéis sanduíche constituídos por núcleo de alumínio (em estrutura de favo de mel) e faces de alumínio ou de tecido (1 a 3 camadas) de fibras de vidro
	Espumas de poliuretano (estofamento em geral) e de poliimidas (isolamento termo-acústico)
	Peças metálicas com insertos e suportes de fixação, feitos de ligas de alumínio e de outros metais não ferrosos ou aço
	Peças plásticas feitas com plásticos de engenharia como polimetilmetacrilato (PMMA), policarbonato (PC), policloreto de vinila (PVC), polyether ether ketone (PEKK), nylon e outros
ADESIVOS	Resinas fenólicas para a junção nos painéis sanduíches do núcleo às lâminas e outras junções
	Adesivos à base de polipropileno (PP), poliuretano (PU), resorcinol e policloroprene (neoprene) para colagem de tecidos, couro e laminados em geral
	Resinas epóxi para a colagem estrutural entre painéis, na montagem estrutural de componentes do mobiliário
	Adesivos à base de silicone para selagem e vedação de portas, e móveis em geral
ACABAMENTOS REVESTIMENTOS	Encabeçamentos de madeira, como acabamentos laterais de móveis
	Lâminas de madeira conhecidas como Veneer, utilizadas como revestimento dos móveis de alto valor agregado
	Laminados plásticos decorativos (como o produto Fórmica) utilizados como revestimento dos móveis de menor valor agregado
	Vernizes e tintas (normalmente poliuretânicos e/ou à base de poliéster)
	Filmes poliméricos decorativos
	Couro natural, tecido sintético (poliuretano (PU), poliéster e rayon) ou lã utilizados principalmente como revestimento de assentos e encostos
	Filmes de polifluoreto de vinila (PVF)
	Tratamentos superficiais para efeito de acabamento (cromaço – acetinado, escovação, pintura emborrachada, banhado a ouro, galvanoplastia comum, anodização, dentre outros)

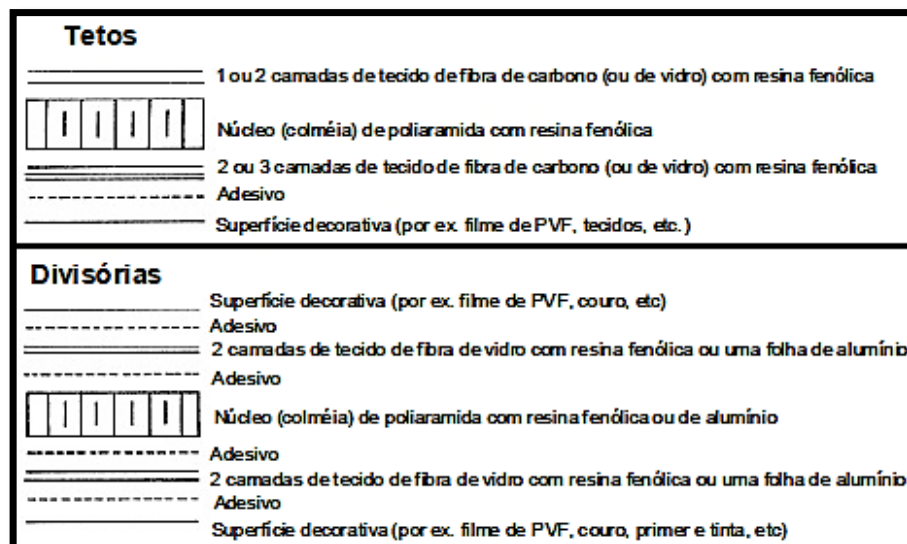


Figura 7. 26- Construções típicas de painéis na confecção de componentes de interiores (figura retirada de [66])

7.6.3. Regulamentações de Segurança Contra Incêndios

De acordo com a regulamentação relacionada com a segurança dos passageiros aquando da ocorrência de um incêndio num avião, todos os materiais utilizados no seu interior devem atender a regulamentações específicas.⁶⁶

Nos Estados Unidos, a FAA (*Federal Aviation Administration*) determina as regulamentações de segurança aeronáutica e estas servem frequentemente de base para a regulamentação de outros países. No caso da Europa, a EASA (*European Aviation Safety Agency*) é o órgão que regula a segurança aeronáutica.⁶⁶

Todos os componentes de interior de um avião estão sujeitos às regulamentações de segurança relacionadas com propriedades de:⁶⁶

- ✓ Combustão;
- ✓ Emissão de fumo;
- ✓ Toxidade.

Os materiais não metálicos utilizados são submetidos a ensaios de inflamabilidade de acordo com as normas FA 25.853 e FAR 23.853. Estas normas consideram como propriedades chave:⁶⁶

- Inflamabilidade;
- Libertação total de calor;
- Taxa de libertação de calor;
- Emissão de fumo.

Tabela 7. 10 - Ensaios de inflamabilidade, libertação de calor, emissão de fumo e toxicidade [66]

Características	Normas	Teste	*Critério de Aceitação	Grupos de componentes do interior da aeronave		
				(a)(1)(i)	(a)(1)(ii)	(a)(1)(iv)
Inflamabilidade	FAR 25.853	Teste de queima vertical com bico de Bunsen	Tempo de aplicação de chama (segundos)	60	15	
			Comprimento de queima (polegadas)	≤ 6	≤ 8	
			Tempo de extinção de chama do corpo de prova (segundos)	≤ 15	≤ 15	
			Tempo de extinção da chama de materiais desprendidos do corpo de prova (segundos)	≤ 3	≤ 5	
	FAR 25.853	Teste de queima horizontal com bico de Bunsen	Tempo de aplicação de chama (segundos)			15
			Taxa de queima (polegada/minuto)			$\leq 2,5$
Liberação de calor	ASTM E908	Liberação de calor utilizando o teste do calorímetro (operado a uma taxa de calor de 35 kW/m2)	Pico da taxa de liberação de calor (durante um teste de 5 minutos) (kW/m2)	≤ 65		
			Liberação total de calor durante os 2 primeiros minutos (kW/m2)	≤ 65		
Fumaça e Toxicidade	ASTM E862, ASTM F814-83	Densidade de fumaça através da câmara de fumaça do NBS	Densidade ótica específica (durante um teste de 4 minutos)	≤ 200		

* Foram considerados, para efeito ilustrativo, apenas três grupos de componentes do interior ((a)(1)(i) e (a)(1)(ii) compreendem a maior parte dos componentes do interior, como estruturas de armários, divisórias, tetos, pisos, etc., para (a)(1)(i); e revestimentos de pisos, estofamentos, tecidos, couros, dutos de ar, etc., para (a)(1)(ii). (a)(1)(iv) compreende componentes das janelas da cabine, dos sinais luminosos e outros, conforme o apêndice F do regulamento Part 25 da FAA). Há outros grupos (como assentos, etc.) sobre os quais incidem outros testes e critérios de aceitação.

De modo a retardar a ignição súbita de um incêndio são estabelecidos limites de desempenho para a libertação de calor e fumo pelos materiais da cabine de passageiros.

No caso de materiais de acabamento (como por exemplo materiais pintados, envernizados, couro ou tecidos sintéticos) é importante que tenham as seguintes características: ⁶⁶

- Resistência à degradação química por ação de raios ultravioleta, produtos de limpeza, etc.;
- Resistência à abrasão e aos riscos inerentes;
- Compatibilidade química dos adesivos utilizados na colagem dos revestimentos e resistência deles ao descolamento.

A utilização de materiais amigos do ambiente e a reciclabilidade são cada vez mais uma tendência. Opções como a utilização de tintas e vernizes à base de água, resinas e espumas isentas de componentes à base de halogênios são cada vez mais utilizados. ⁶⁶

As normas internacionais são cada vez mais rígidas no que toca à utilização de materiais e produtos químicos impondo restrições e limitações de uso. ⁶⁶

A indústria aeronáutica é muito pressionada com regulamentações sobre a utilização de materiais recicláveis e a responsabilização por todo o ciclo de vida dos seus produtos. Existem programas relacionados com a reciclagem de materiais neste setor, como o PAMELA (*Process for Advanced Management of End of Life Aircraft*) conduzido pela Airbus e o AFRA (*Aircraft Fleet Recycling Association*) conduzido pela Boeing e outras empresas do setor. ⁶⁶

7.6.4. Seleção de Materiais e Processos

A seleção de matérias no setor aeronáutico é cada vez mais importante devido à: ⁶⁶

- ✓ Complexidade e diversidade da procura dos diferentes segmentos do mercado;
- ✓ Regulamentações governamentais mais rigorosas;
- ✓ Crescente diversidade de materiais e processos;

As metodologias e abordagens utilizadas para a seleção de materiais existentes são as seguintes:

Tabela 7. 11 - Metodologias de seleção de materiais [66]

Abordagem principal	Etapas e/ou características da metodologia
Seleção por etapas eliminatórias	Com a definição de requisitos de projeto (função, objetivo, restrições), e determinação de índice de desempenho do material
Seleção para produto ou projeto novo	Determinação de funções, requisitos de manufatura, pesquisa e análise de materiais e/ou processos, definições de projeto
Seleção para produto ou projeto existente	Definição do material empregado atualmente; função a melhorar; pesquisar, analisar e listar materiais ou processos alternativos; avaliar alternativas
Substituição de material	Exame das vantagens de desempenho técnico, vantagem econômica, mudanças nas características do produto e considerações legislativas e ambientais
Método do Desempenho / Custo	Quantificação do desempenho a partir da ponderação, com um fator de peso, das propriedades de interesse, dividido pelo custo calculado pela soma dos custos de fabricação, operação, descarte, etc.
Método da Função Objetiva Composta	Análise comparativa de materiais candidatos com base no índice de Função Objetiva Composta (FOC), calculado como no método de desempenho/custo, mas levando em conta também o custo total dos materiais, com um peso atribuído a ele.
Engenharia e análise de valor	Melhoria na relação atendimento aos requisitos de desempenho (funções) versus recursos (custos) envolvidos, a partir da preparação de estudo, execução (informação, análise de funções, criação, avaliação, desenvolvimento e apresentação), documentação e implantação

De forma a se obter uma eficaz seleção de materiais, é necessário conhecer as características e propriedades dos materiais, além do histórico de desempenho destes materiais e componentes ao longo de um prazo de modo a prever e prevenir eventuais falhas e/ou defeitos durante o seu ciclo de vida. ⁶⁶

Devem ser definidos, antes de se realizar o processo de seleção de materiais, os requisitos de projeto: ⁶⁶

1. **Função** a ser executada pelo componente;
2. **Objetivo** do projeto do componente;
3. **Restrições** a que o componente estará sujeito.

O processo de seleção de materiais inclui 3 etapas: ⁶⁶

- **1.ª Etapa:** Os materiais selecionados através de limites de propriedades são classificados com base no índice de desempenho do material;
- **2.ª Etapa:** Restringir a seleção a alguns materiais eliminando outros através de informações de suporte;
- **3.ª Etapa:** Escolha final do material a utilizar considerando as condições de uso, conhecimento do material, processo de fabricação, entre outros fatores.

Na fabricação de um componente existem procedimentos que se iniciam pela seleção do material ou pela seleção do processo de produção: ⁶⁶

✓ **Seleção inicial do material**

Procede-se conforme as fases de seleção descritas anteriormente e no fim os processos de produção são identificados e avaliados, tendo em conta o volume de produção e a complexidade dos componentes.

✓ **Seleção inicial do processo**

Seleciona-se um processo de produção com base em fatores descritos anteriormente e no fim são identificados e avaliados os materiais consistentes com o processo escolhido tendo em conta os requisitos de desempenho do componente.

A seleção de materiais para um novo produto ou projeto envolve 5 etapas:

- **1.ª Etapa:** Determinar as funções do produto e exprimi-las em características e propriedades dos materiais;
- **2.ª Etapa:** Definir requisitos de fabrico tais como dimensões do produto, tolerâncias e níveis de qualidade;
- **3.ª Etapa:** Pesquisar e selecionar materiais com as propriedades e requisitos desejados;

- **4.ª Etapa:** Analisar os materiais e/ou processos pré-selecionados de acordo com o desempenho, custo e produção;
- **5.ª Etapa:** Definir dados de projeto e criar especificações para o material escolhido.

No caso da seleção de materiais para um produto ou projeto existente, envolve 5 etapas: ⁶⁶

- **1.ª Etapa:** Caracterizar o material utilizado quanto ao seu desempenho, custo e requisitos de produção;
- **2.ª Etapa:** Determinar a função a melhorar e consequentemente as características e propriedades;
- **3.ª Etapa:** Pesquisar e selecionar materiais e processos de produção alternativos;
- **4.ª Etapa:** Compilar a lista de materiais e/ou processos de produção alternativos e avaliar se podem ser aplicados sem comprometer a qualidade do produto/projeto;
- **5.ª Etapa:** Avaliar os resultados obtidos anteriormente e recomendar o material substituto do atual.

No caso de substituição de materiais são recomendados os seguintes passos para uma melhor avaliação: ⁶⁶

- ✓ Vantagem de desempenho técnico – melhoria de propriedades como a resistência mecânica, peso, vida útil, etc.;
- ✓ Vantagem económica – utilização de materiais e processos de produção de menor custo, maior ciclo de vida, materiais mais recicláveis, etc.;
- ✓ Mudanças nas características do produto – maior conforto, maior atratividade estética, etc.;
- ✓ Considerações legislativas e ambientais – cumprimento das regulamentações vigentes em termos de segurança, ambiente, etc..

7.7. Projetos em Portugal

Em Portugal, foram criados projetos com empresas do setor automóvel e aeronáutico com o objetivo desenvolver componentes para interiores incorporando a cortiça como elemento funcional:

- **Projeto PLASCORK** – É um projeto para interiores de automóveis que visa obter soluções técnicas, ecológicas, sustentáveis e estéticas. Este projeto foi

criado em 2012 e consistiu na substituição no interior de componentes sintéticos por cortiça.⁶⁷

A principal dificuldade residiu na falta de resistência da cortiça às radiações UV, mas conseguiram-se obter resultados muito interessantes em substratos de cortiça que ultrapassaram os requisitos da indústria automóvel em aplicações de interior.⁶⁷

Os componentes alvos da aplicação deste material foram as consolas interiores, pilares, painéis de porta e partes decorativas do painel de instrumentos.⁶⁷

O projeto foi realizado em conjunto por empresas como o Grupo Simoldes, Amorim Cork Composites e o PIEP (Pólo de Engenharia e Inovação de Polímeros).⁶⁷



Figura 7. 27 - Componentes com cortiça [67]

- **Projeto L.I.F.E. (*Lighter, Integrated, Friendly and Eco-efficient Aircraft Cabin*)**- É um projeto de um conceito de cabine de passageiros de um avião que visa obter soluções funcionais, leves, ecoeficientes e sustentáveis. Este projeto foi criado em 2011 e consistiu na criação de um conceito de *design* inovador para o interior de aviões que integra materiais sustentáveis como a cortiça.⁶⁸

Os componentes alvo da aplicação deste material foram o teto, os painéis laterais e assentos.⁶⁸

⁶⁷ www.plascork-automotive.com, PLASCORK Automotive, consultado em Outubro de 2015

⁶⁸ <http://life.inegi.up.pt>, LIFE- *Lighter, Integrated, Friendly and Eco-efficient Aircraft Cabin*, consultado em Outubro de 2015

Juntamente com materiais compósitos como a fibra de carbono, traduziram-se numa diminuição significativa de peso e melhorias ao nível do isolamento térmico, acústico e anti vibratório. ⁶⁸

O projeto foi realizado em conjunto por empresas como a Amorim Cork Composites, Couro Azul, Embraer e AlmaDesign. ⁶⁸

O projeto LIFE foi vencedor do prémio internacional “*Crystal Cabin Awards*” na categoria de “*Visionary Concepts*” em 2012. ⁶⁸



Figura 7. 28 - Projeto LIFE [68]

7.8. Súmula Conclusiva

Os materiais são os responsáveis pelo desenvolvimento de vários setores industriais e processos de produção, influenciam os custos e propagam a mudança tecnológica. Os materiais competem entre si para assumirem determinadas funções de um produto e a seleção desses materiais tem que ser adequada às especificações desse mesmo produto.

Na seleção de materiais, estes terão de apresentar boa reciclabilidade, fácil desmontagem e que o processo de produção não resultem subprodutos que sejam prejudiciais ao meio-ambiente. Para que um produto atinja um determinado nível de desempenho deve-se escolher materiais cujas propriedades, limitadoras desse desempenho, sejam iguais ou superiores ao que se pretende.

A maneira mais fácil e menos dispendiosa para reduzir o consumo de energia e emissões de um automóvel é reduzir o peso do automóvel. Somente a versatilidade e a flexibilidade de alguns materiais permite que se fabrique diferentes automóveis baseados no mesmo chassis.

Os materiais mais utilizados no interior de um automóvel são os polímeros seguidos dos metais, mas também são utilizados materiais como o couro, feltro, tecidos, madeira, cromo e bronze. A seleção e aplicação de materiais para o interior de um automóvel é muito diversa devido à multiplicidade de funções que este abrange tais como a posição de

transporte, segurança, conforto, manipulação de instrumentos e estética. De modo a utilizar materiais mais leves mas sem abdicar de outras propriedades, os OEM têm substituído o aço por alumínio, magnésio, materiais compósitos e espumas.

Os materiais utilizados na indústria automóvel têm de cumprir determinados requisitos que podem ser de natureza legal e regulamentar tais como as preocupações ambientais e de segurança e também os requisitos provenientes do cliente.

O que distingue um avião comercial de classe económica, classe executiva ou primeira classe é o seu interior. Determinados requisitos como o conforto, a qualidade, a exclusividade, a luxuosidade e o requinte impostos pelas exigências dos clientes obrigam ao uso de materiais desenvolvidos especificamente tendo em conta estes requisitos. Existe carência de informações relacionadas com a aplicação e utilização destes materiais relativamente às relações estabelecidas entre as propriedades, processamento e estrutura.

Os aviões são constituídos no seu interior por um número de componentes fabricados com diversos materiais que devem respeitar determinados requisitos como o baixo peso, resistência estrutural, resistência ao fogo, aspetos estéticos e sensitivos.

Todos os materiais utilizados no seu interior devem atender a regulamentações específicas de acordo com a regulamentação relacionada com a segurança dos passageiros aquando da ocorrência de um incêndio num avião. Todos os componentes de interior de um avião estão sujeitos às regulamentações de segurança relacionadas com propriedades de combustão, emissão de fumo e toxicidade. Os materiais não metálicos utilizados são submetidos a ensaios de inflamabilidade de acordo com as normas FA 25.853 e FAR 23.853.

A utilização de materiais amigos do ambiente e a reciclabilidade são cada vez mais uma tendência. As normas internacionais são cada vez mais rígidas no que toca à utilização de materiais e produtos químicos impondo restrições e limitações de uso. A indústria aeronáutica é muito pressionada com regulamentações sobre a utilização de materiais recicláveis e a responsabilização por todo o ciclo de vida dos seus produtos.

Capítulo 8 – Tecnologias de Fabricação de Componentes

8.1. Introdução

O presente capítulo surge como um enquadramento teórico suportado por uma pesquisa bibliográfica cujo tema incide sobre as tecnologias de fabricação de componentes de interior utilizados pela indústria automóvel e aeronáutica.

Este capítulo pretende mostrar que as tecnologias existentes para a fabricação componentes de interior para ambas as indústrias são similares.

Aborda a classificação das tecnologias utilizadas nos interiores, as tendências dessas tecnologias, as principais tecnologias de fabrico de polímeros, os processos tecnológicos de fabrico dos compósitos mais utilizados e exemplos das principais tecnologias aplicadas aos componentes de interiores.

8.2. Generalidades

A inovação tecnológica define-se por uma descoberta que altera e otimiza um sistema produtivo. Um dos principais fatores do progresso de uma indústria são os avanços nas tecnologias de fabricação que trazem consigo um aumento de produtividade com uma menor quantidade de trabalho. ⁶⁹

As empresas procuram reduzir os custos, maximizar o lucro e manter a competitividade que está diretamente ligada à qualidade do produto final. Os processos de fabricação são desenvolvidos para agregar valor aos materiais de uma forma eficiente. ⁶⁹

Os processos de fabricação são caracterizados por alterarem geometricamente uma matéria-prima que pode produzir o produto final ou a matéria-prima para um processo seguinte. Quanto maior for a variedade de materiais, maior será a variedade de processos de fabricação. ⁶⁹

É muito importante o conhecimento das propriedades dos materiais utilizados na fabricação dos produtos pois cada material tem um comportamento que diferencia o processo de fabricação ao qual é submetido. De modo a selecionar o melhor material, o engenheiro do projeto tem de ter em conta as propriedades do material antes e após o seu processamento pois pode afetar o projeto. Propriedades como a resistência mecânica,

⁶⁹ Serta, Gabriel V.; Rocha, Juliano S.; “*Termoformadora a Vácuo Automatizada*”; CSTMI, DAEM, UTPF, Curitiba, 2012

densidade, condutividade térmica e/ou elétrica, custo, disponibilidade, entre outras são muito importantes.⁶⁹

A seleção de um processo de fabricação específico depende dos custos e dos requisitos técnicos dos componentes a serem produzidos. De modo a garantir uma produção económica, processos com um elevado rendimento são imperativamente necessários.⁷⁰

O aumento da concorrência na indústria automóvel tem sido assinalada pela aplicação de mais tecnologia, pela redução do ciclo de desenvolvimento do produto, pelo aumento da diversidade de modelos e dos seus atributos e pela segmentação dos mercados outrora existentes. As grandes empresas deste setor, com forte poder financeiro e oligopolística, estão em posição de liderança nos seus mercados e nos respetivos processos de mudança tecnológica.⁷¹

A produção na indústria aeronáutica é uma questão muito complexa pois envolve a fabricação de muitos componentes utilizando tecnologias avançadas, realizada segundo um rigoroso regulamento normativo e com as empresas a serem geridas com orçamentos e prazos apertados.⁷²

No entanto, observa-se uma mudança de atitude das grandes construtoras em relação a questões ambientais e, em particular, em relação às novas tecnologias. Antes poder-se-ia descrever como uma atitude de obediência relutante às novas normas regulatórias, agora tornou-se uma questão de competitividade. A rapidez com que os fabricantes introduzem novas tecnologias que atendem às novas normas regulatórias é crescente e é vista como uma vantagem competitiva estratégica.⁷¹

Existe um grande potencial para ganhos e perdas associados à introdução de novas tecnologias, o que tem mobilizado grandes orçamentos e a atenção por parte das construtoras e dos respetivos governos que temem ficar ultrapassados se não dominarem as mesmas.⁷¹

8.3. Classificação das Tecnologias para Interiores

Geralmente, as tecnologias são classificadas consoante o tipo de material a ser utilizado, mas existem casos em que materiais diferentes utilizam a mesma tecnologia de fabricação diferindo apenas nas condições de utilização.¹

⁷⁰ Das, Sujit; *"The Cost of Automotive Polymer Composites: A Review and Assessment of doe's Lightweight Materials Composites Research"*; Energy Division, Oak Ridge National Laboratory, January 2001

⁷¹ Carvalho, Enéas G.; *"Inovação Tecnológica na Indústria Automobilística: Características e Evolução Recente"*; Economia e Sociedade, Campinas, V. 17, nº3, Dezembro 2008

⁷² Vieira, Paulo A.G.; *"Current Airframe Manufacturing Technologies in the Aeronautical Industry and Trends for Future Developments"*; Dissertação de Mestrado em Eng. Aeronáutica, UBI, Covilhã, Junho de 2013

As tecnologias utilizadas para interior de um automóvel ou avião são classificadas de acordo com o tipo de material: ¹

- a) Tecnologias dos Metais – estampagem, quinagem, soldadura, etc.;
- b) Tecnologias de Polímeros – Injeção, termoformação, rotomoldação, etc.;
- c) Tecnologias das Espumas – injeção em moldes, espumagem, etc.;
- d) Tecnologias Têxteis – tecelagem, agulhagem, tricotagem, etc.;
- e) Tecnologias de Compósitos Poliméricos – moldagem por compressão, injeção, etc.;
- f) Tecnologias dos Curtumes – corte, curtimenta, etc..

Esta classificação tem sofrido alterações devido à produção de produtos em larga escala para o setor automóvel e devido ao facto que cada vez mais se misturam diferentes tecnologias ou materiais que são processados em conjunto (materiais complexos ou tecnologias e materiais híbridos). ¹

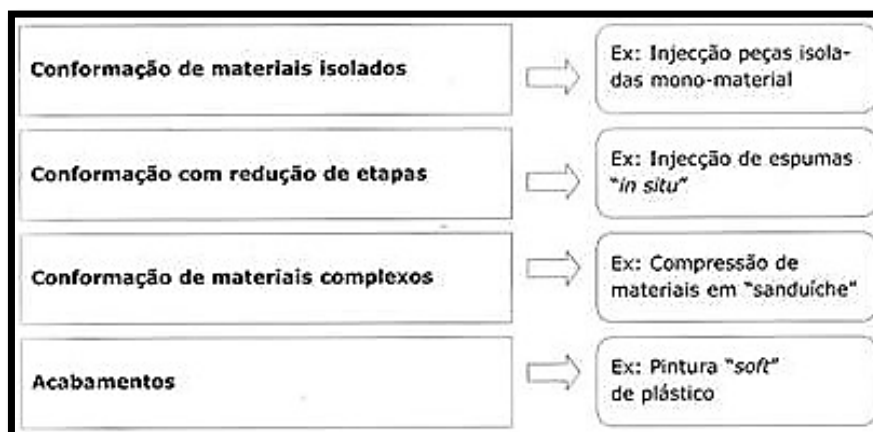


Figura 8. 1 - Classificação das tecnologias com exemplos por tipo de material processado [1]

Como mostra a figura 8.1, as tecnologias podem ser classificadas pelo tipo de material processado:

- **Tecnologias para Processamento e Conformação de Materiais Isolados**

Estas tecnologias de processamento de peças simples e materiais isolados são utilizadas em produções de grande escala e em série. ¹

A injeção é a tecnologia de fabricação mais utilizada neste caso para os plásticos, com exceção das peças com propriedades mais específicas que se utiliza a termoformação, que é uma tecnologia mais cara e de produção em menores séries. ¹

- **Tecnologias de Integração de Vários Materiais com Eliminação de Etapas de Processamento e/ou Conformação**

Estas tecnologias permitem reduzir etapas de fabricação integrando-as e, com isso, diminuir os custos associados. ¹

A injeção a baixa pressão de plástico sobre tecido, a injeção de espumas “*in situ*” e a injeção de plásticos envolvendo peças metálicas são as tecnologias de fabrico mais utilizadas neste caso. ¹

- **Tecnologias de Conformação de Materiais Complexos**

Estas tecnologias permitem preparar em antecipado um material que desenvolva as várias funções e processa-lo numa única fase de fabricação. ¹

A moldagem conjunta de fibras, plástico e tecido, com várias camadas de materiais em sanduíche consoante a função desejada é uma das tecnologias de fabrico utilizadas para este caso. ¹

- **Tecnologias de Acabamentos de Superfície**

O acabamento final de um componente é alvo de especial cuidado pois é determinante para a sua venda. Logo, existem elaboradas tecnologias de acabamentos. Este tipo de tecnologia contempla muito a componente decorativa. ¹

A pintura “soft” em plásticos e a costura em tecidos são exemplos de tecnologias de fabrico utilizadas para este fim. ¹

8.4. Tendências das Tecnologias para Interiores

A evolução dos interiores tende para uma crescente procura de mobilidade, conectividade, versatilidade e consciência ambiental. Esta tendência para os interiores baseia-se na integração em módulos, mas existem outras tendências como: ¹

- ✓ Incorporação de mais componentes;
- ✓ Maior incorporação da eletrónica;
- ✓ Otimização da função e custo de cada componente.

A tendência das tecnologias está interligada à dos materiais. Como mostra a figura 8.2, existe uma tendência para uma maior diversidade de materiais otimizando as tecnologias de fabrico de cada material. ¹

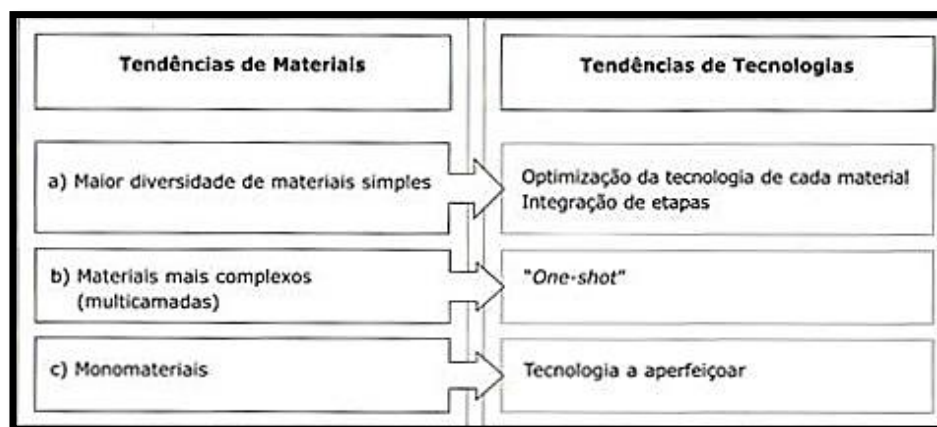


Figura 8. 2 - Relação entre tendências de materiais e tecnologias [1]

De um modo geral, prevê-se que a tendência de evolução das tecnologias de fabrico seja de acordo com: ¹

- Otimização da tecnologia de cada material e respetiva função;
- Redução de etapas de fabricação;
- Tecnologias de vários materiais;
- “One-shot”.

Nos materiais prevê-se que a tendência seja de acordo com: ¹

- Aumento da diversidade de materiais (para uma aplicação específica um material específico);
- Utilização de materiais complexos (compósitos, multicamadas, híbridos);
- Monomateriais.

Como exemplo de materiais e tecnologias utilizadas no fabrico de um componente de interior, temos o caso das películas de revestimento aplicadas num painel de instrumentos de um automóvel, como mostra a figura 8.3.

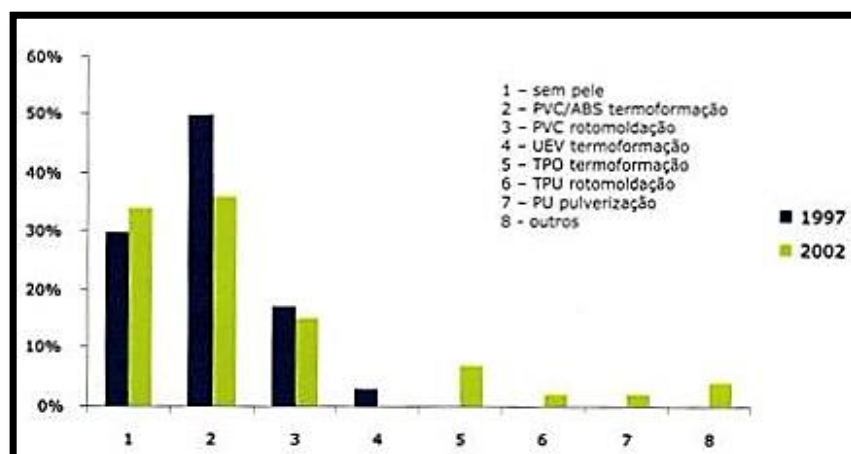


Figura 8. 3 - Materiais e tecnologias para o painel de instrumentos [1]

8.5. Tecnologias de Fabrico de Polímeros

A seleção da tecnologia a utilizar no processo de fabricação é uma decisão crítica que implica um excelente conhecimento das tecnologias de fabrico. Existem diversos fatores envolvidos nesta seleção do processo para transformação ou processamento de polímeros que devem ser considerados, nomeadamente: ⁷³

- Geometria da peça:
 - Simples ou complexa;
 - Oca ou maciça;
 - Plana ou redonda.
- Dimensões:
 - Grande ou pequena;
 - Paredes espessas ou finas;
- Volume:
 - Baixo;
 - Médio;
 - Elevado.
- Material:
 - Termoplástico ou termoendurecível;
 - Flexível ou rígido;
 - Material singular ou combinado.
- Tolerâncias:
 - Apertadas;
 - Médias;
 - Grosseiras.
- Custo do projeto
 - Baixo;
 - Médio;
 - Elevado.

⁷³ Rodrigues, Fábio D.N.; “*Estudo Teórico-Experimental do Fabrico de Peças Poliméricas por Injeção*”; Dissertação em Engenharia Mecânica, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Outubro de 2010

Devido às suas propriedades, os polímeros substituem inúmeras vezes os metais e os cerâmicos. Permitem a concepção de peças de elevado grau de complexidade, menor peso, boa qualidade superficial e custos significativamente mais baixos. Algumas das tecnologias mais importantes que transformam e processam os polímeros são:⁷³

i. Tecnologias de fabrico de peças

- ✓ Moldagem por injeção;
- ✓ Moldagem por bi-injeção;
- ✓ Extrusão;
- ✓ RIM (*Reaction Injection Molding*)

ii. Tecnologias de fabrico de películas de revestimento

- ✓ Termoformação;
- ✓ Rotomoldação.
- ✓ Pulverização de PU.

iii. Tecnologias para produção de peças e materiais compósitos e híbridos

- ✓ Moldagem por compressão de termoendurecíveis;
- ✓ Moldagem por compressão SMC e GMT.

iv. Tecnologias de Acabamentos

- ✓ Pintura “*soft*”;
- ✓ Revestimento em molde.

Muitas outras tecnologias de fabrico poderiam ser enunciadas neste capítulo, mas abordar-se-á apenas algumas descritas anteriormente.

8.5.1. Moldagem por Injeção

A moldagem por injeção é um dos mais importantes processos de fabrico de termoplásticos pois é um método de produção em série. Este é um processo com grande versatilidade geométrica e dimensional com a possibilidade de se obterem excelentes acabamentos superficiais e de serem garantidas tolerâncias dimensionais apertadas.⁷⁴

Os equipamentos utilizados na moldagem por injeção são as máquinas de injeção e os moldes como mostra a figura 8.4, mas também envolve o uso de equipamentos auxiliares tais como controladores de temperatura do molde, sistemas de secagem e transporte da matéria-prima e sistemas para manuseamento e transporte das peças (robots, tapetes rolantes, etc.).⁷⁴

⁷⁴ Pinto, Ricardo J.F.; “*Injeção e Caracterização do Comportamento Mecânico de Polímeros Termoplásticos – Influência da Pressão de Injeção*”; Dissertação em Equipamentos e Sistemas Mecânicos, DEM, ISEC, Setembro de 2012

Os moldes para injeção são ferramentas que permitem a moldagem das peças com a configuração que se pretende obter e variam de tamanho, tipo (canais frios ou canais quentes) e grau de complexidade (extração simples ou com movimentos). ⁷⁴

Os moldes podem ter um elevado grau de complexidade e custo considerável que, por vezes, pode ser superior ao da própria máquina de injeção. Este elevado custo faz com que o processo seja atrativo apenas para grandes séries de produção. ⁷⁴



Figura 8. 4 - Máquina de moldagem por injeção [48]

O conjunto de operações necessárias à produção de uma peça pelo processo de moldagem por injeção designa-se por ciclo de moldagem. A figura 8.5 mostra as diversas fases que compõem o processo: ⁷⁴

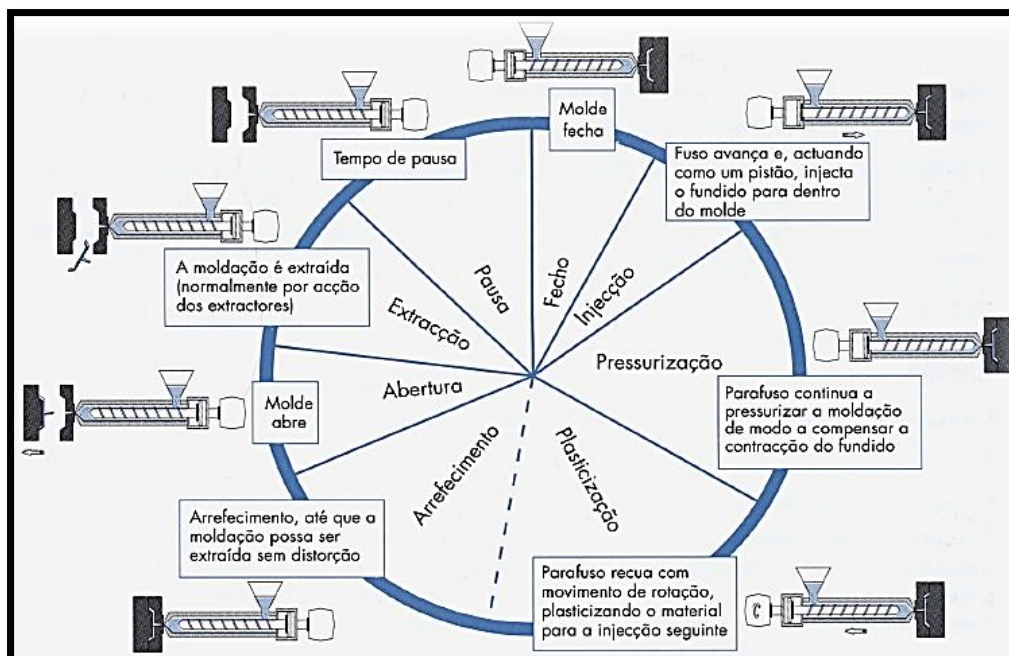


Figura 8. 5 - Ciclo de Moldagem [74]

8.5.2. Moldagem por Bi-injeção

A moldagem por bi-injeção é um processo de fabrico que surgiu com a necessidade de agrupar numa só peça propriedades distintas de diversos materiais. Considera-se então a moldagem por injeção em moldes bi-material um processo que molda peças e que recorre a mais do que uma matéria-prima. Esta tecnologia permite reduzir consideravelmente o peso das peças ao substituir parte dos componentes em metal por polímeros.⁷⁵

Este processo de moldagem pode passar por:⁷⁵

- Transferir moldagens de uma máquina para a outra com auxílio de robots;
- Transferir moldagens da primeira posição de injeção para a segunda posição no mesmo molde recorrendo a robots;
- Duas unidades de injeção no mesmo molde, enchendo o segundo material assim que o ciclo de injeção do primeiro acaba, ou por rotação incorporada no molde ou no prato da máquina que tem duas ou mais unidades de injeção (figura 8.7).

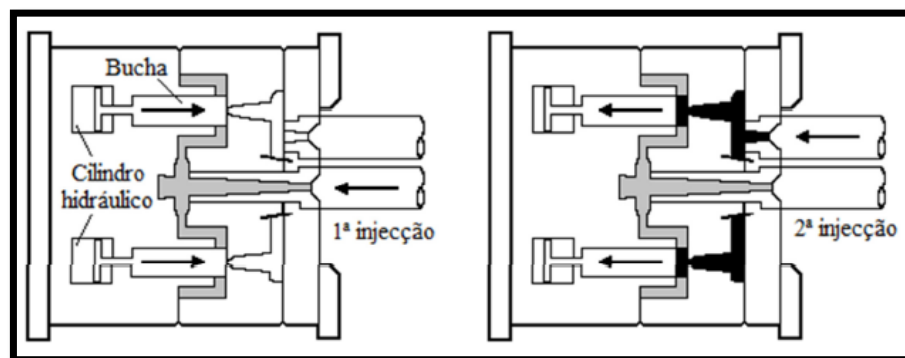


Figura 8. 6 - Molde bi-material com 2 unidades de injeção [75]

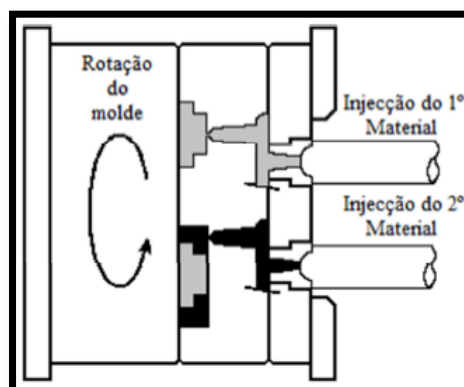


Figura 8. 7 - Molde bi-material com rotação [75]

⁷⁵ Capela, Fernando R.; "*Otimização de Sistemas Bi-material Obtidos por Moldagem por Injeção*"; Dissertação em Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Aveiro, 2011

Normalmente pretende-se aumentar propriedades mecânicas tais como a rigidez e a elasticidade, o que se traduz na principal vantagem deste processo. Requer, no entanto, um investimento muito elevado de cerca de 70 a 80% superior aos outros processos, o que torna este processo de fabrico viável somente para séries de produção elevadas. Contudo, o retorno financeiro é significativo pois as peças produzidas não necessitam de operações secundárias de maquinação. ⁷⁵

Tabela 8. 1 - Vantagens e desvantagens dos moldes de bi-material [75]

Vantagens	Desvantagens
Poupa-se tempo na produção de componentes multifuncionais por sobre-moldação	Custo muito elevado (envolve equipamentos muito mais caros e complexos)
A montagem dos componentes é feita exclusivamente durante o processo de injeção	Os moldes podem conter operações de deslize ou rotação 360°, o que explica o preço
Não há estragos provocados por operações de montagem	As máquinas de injeção standard têm um custo de 70-80% mais baixo
Aumento de performance dos componentes (combinação de propriedades específicas de materiais diferentes)	Os lotes de produção devem ser elevados para rentabilizar o investimento inicial
Não há manuseamento entre processos	As máquinas de injeção standard não estão preparadas para estes moldes
Os lotes ocupam espaço apenas num sector da fábrica (local onde se encontra o molde)	Nem todos os fabricantes de moldes comercializam equipamentos desta natureza
Não há o risco de perder e/ou danificar lotes entre estações de trabalho ou no trânsito	

Esta tecnologia é muito utilizada para produzir estruturas híbridas polímero-metal (PMH) o que torna possível diminuir os custos de produção em vários setores industriais. O futuro próximo passa claramente por encontrar alternativas ou melhorias às tecnologias de produção existentes eliminando etapas desnecessárias, tornando-as mais eficientes e mais fiáveis. ⁷⁵

8.5.3. Extrusão

A extrusão é um processo de fabrico que se inicia com um material polímero, geralmente sob a forma de granulados, que são continuamente depositados numa câmara aquecida e levados por um parafuso de alimentação no interior da máquina. À medida que a resina é transportada, é comprimida, derretida e forçada para fora da câmara através de uma matriz que lhe dará a forma. Após o processo de arrefecimento, resulta num perfil contínuo. ⁵⁴

Para materiais compósitos, o equipamento básico de extrusão funciona da mesma forma. O granulado e a resina termoplástica são misturados em conjunto com 30 a 40%

de fibras curtas/longas naturais, comprimidos, derretidos (em que as fibras naturais são impregnadas com a resina) e forçados para fora da câmara através da matriz.⁵⁴

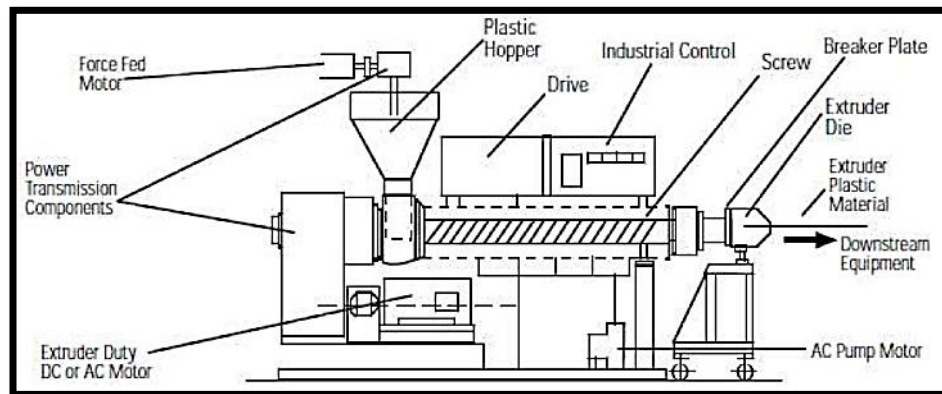


Figura 8. 8 - Equipamento de extrusão [54]

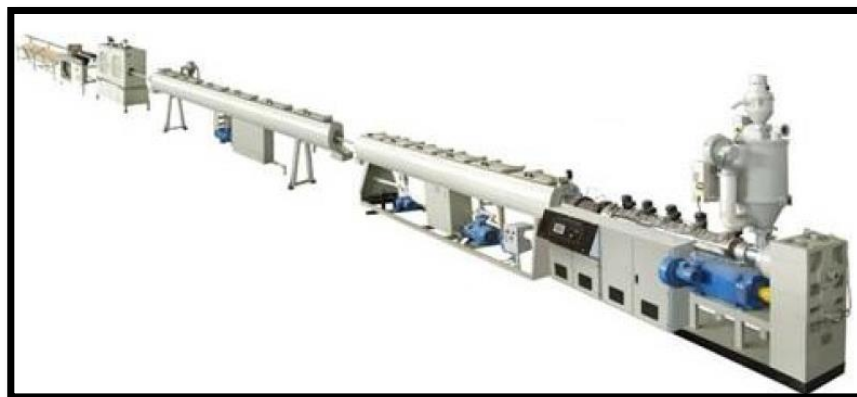


Figura 8. 9 - Linha de extrusão [54]

8.5.4. Termoformação

A termoformação é um processo de fabrico que consiste no aquecimento e deformação de placas e laminados poliméricos termoplásticos. Através deste processo consegue-se obter uma excelente reprodução dos detalhes do molde e precisão dimensional, incluindo o desenho da textura granular, letras e logótipos.¹

A termoformação emprega equipamento de menor custo, moldagem de chapas com espessura reduzida e moldagem de superfícies mais extensas. Devido à facilidade na construção do molde e ao seu reduzido custo, em comparação com o molde da injeção, o tempo de desenvolvimento de produto é mais reduzido. O tempo de ciclo do produto pode ser reduzido consoante o tipo de termoformação realizado.⁶⁹

Existem algumas desvantagens na utilização deste processo de fabricação:⁶⁹

- Gera muito desperdício de material;
- Dificuldade em controlar a espessura do produto que pode apresentar significativa variação;

- Dependendo da complexidade da peça, pode não ser possível utilizar a termoformação pois a variação dimensional entre chapas do mesmo lote afeta a qualidade do produto final.

Ao escolher o processo de termoformação, é necessário compreender como funciona cada parâmetro e qual é o seu efeito na qualidade do produto final. Pode ser realizado com molde negativo ou positivo, com pressão positiva ou negativa, com alimentação por chapas ou bobinas, pode-se utilizar um ou dois fornos para o aquecimento e podem ser utilizados contramoldes.⁶⁹

1) Termoformação a Vácuo com Molde Negativo

O processo tem início com a fixação da chapa numa armação que é colocada sobre o molde e que fica vedada. Dá-se início ao aquecimento como mostra a figura 8.10 (a), o que resulta na chapa começar a estender e a ser conduzida para a geometria do molde. Com o auxílio do vácuo a chapa é forçada a copiar a geometria do molde como mostra a figura 8.10 (b). Após a moldagem é necessário esperar um tempo para que se possa retirar a peça acabada, devido à necessidade de arrefecer o que faz com que a peça contraia.⁶⁹

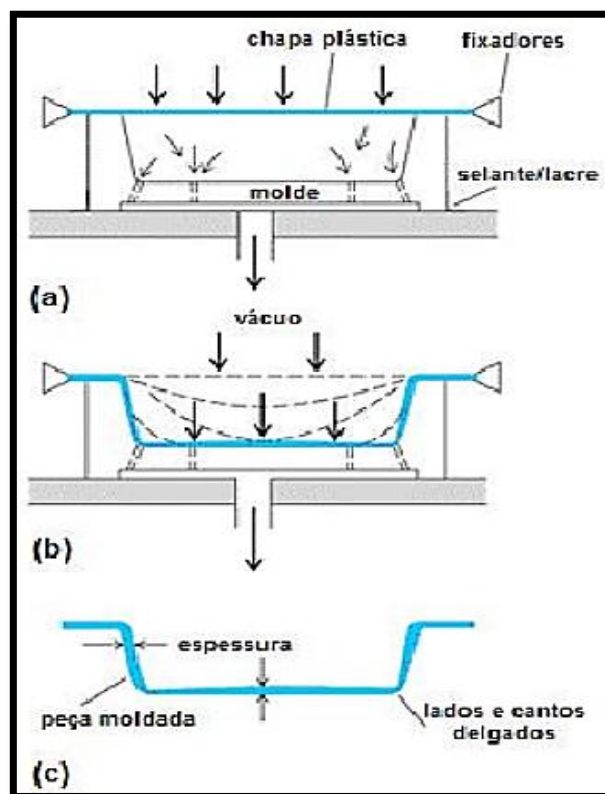


Figura 8. 10 - Termoformação a vácuo com molde negativo [69]

2) Termoformação a Vácuo com Molde Positivo

As etapas iniciais do processo são as mesmas que foram descritas para a termoformação a vácuo com molde negativo como mostra a figura 8.11 (a).

Após o amolecimento do plástico resultante do aquecimento, o molde positivo que corresponde ao contorno interno do produto pressiona a chapa para cima, fazendo o plástico estender. Pode também a chapa descer e encontrar o molde, ocasionando o mesmo efeito de estiramento como mostra a figura 8.10 (b). Após o estiramento da chapa, o sistema de vácuo é acionado e a chapa é forçada a preencher as superfícies restantes do molde. ⁶⁹

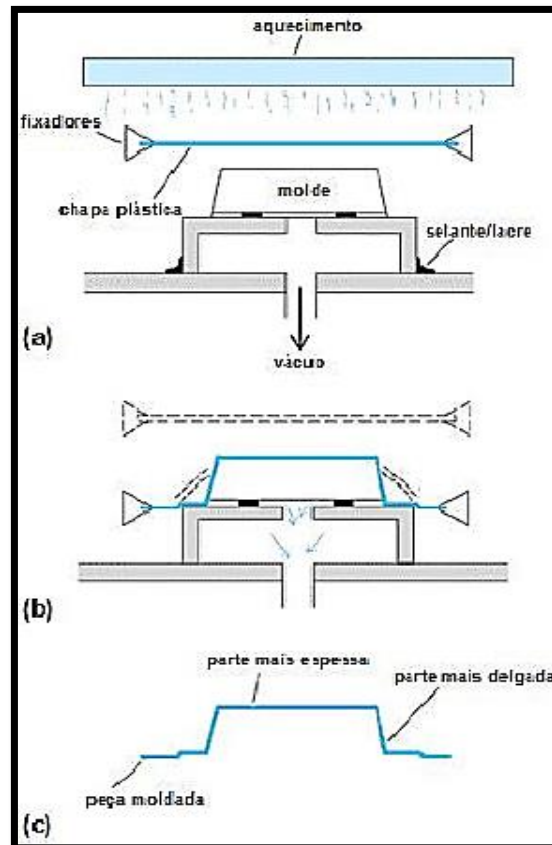


Figura 8. 11 - Termoformação a vácuo com molde negativo [69]

8.5.5. Rotomoldação

A rotomoldação é um processo de fabrico que foi desenvolvido para melhorar o toque macio das superfícies em PVC. Podem ser utilizados outros materiais tais como o TPO e TPU (poliuretano termoplástico). ¹

Como ilustra a figura 8.12, o processo tem início com o molde pré-aquecido e o pó do polímero a ser vazado para dentro do molde. O molde é fechado e rodado, e uma camada fina do polímero fundido adere à superfície do molde. O excedente de pó é retirado e utilizado numa próxima vez. Após arrefecer a película de revestimento formada é retirada. ¹

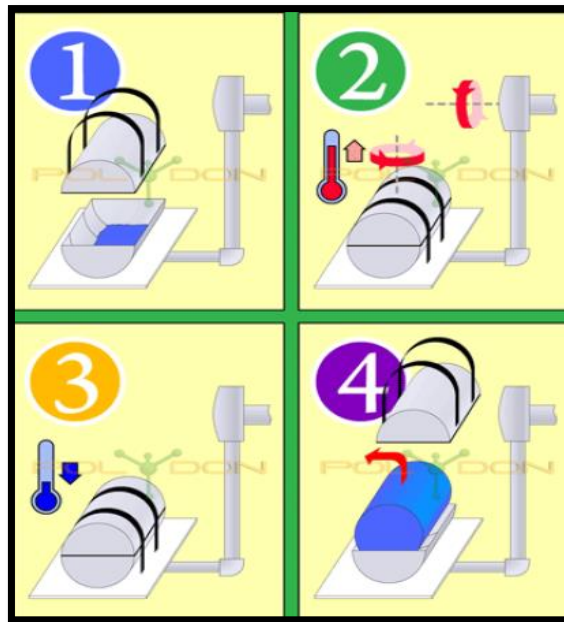


Figura 8. 12 – Rotomoldação [75]

As principais vantagens deste processo de fabrico são as seguintes: ⁷⁶

- É ideal para o fabrico de peças ocas, formas complexas que variam em tamanho;
- Tanto os moldes como as máquinas são relativamente simples e de baixo custo;
- É um processo a baixa pressão que permite a utilização de moldes de paredes finas que pode ser rentável mesmo com baixa produção;
- Devido à baixa pressão e às baixas taxas de tensão, as peças têm baixos níveis de deformação;
- Boa distribuição de espessura em comparação com o processo de termoformação;
- Os cantos externos tendem a engrossar, o que pode se tornar numa vantagem para aplicações onde o desgaste é previsto;
- Peças de materiais e tamanhos diferentes podem ser moldados simultaneamente;
- Troca de cores pode ser feita de forma rápida e fácil;
- Não é necessário processo de limpeza como na moldagem por injeção ou extrusão;

⁷⁶ Morita, Natália M.; Miranda, Carlos A.; “*Brief History and Presentation of the Possibilities of Rotational Molding Process for Processing of Thermoplastic Polymers*”; 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2010

- Múltiplas camadas podem ser formadas utilizando os mesmos moldes;
- Peças multicoloridas com camadas de espuma podem ser produzidas com técnicas simples;
- Todo o material colocado no molde é utilizado para formar a peça diminuindo assim o desperdício;
- O desperdício de material é limitado às rebarbas retiradas no processo de acabamento;
- Moldes de dupla camada podem ser utilizados para minimizar estes desperdícios.

E as principais desvantagens deste processo de fabrico são as seguintes: ⁷⁵

- Não é adequado para a produção de grandes séries e peças muito pequenas;
- O número de materiais que estão disponíveis para este processo é limitado em comparação com outros processos;
- Os ciclos de produção são longos em comparação com outros processos devido a que tanto o molde quanto o material devem ser aquecidos e resfriados;
- Os materiais utilizados neste processo necessitam de maior estabilidade térmica e consequentemente custam mais do que materiais destinados a outros processos de fabrico;
- Carregar e desmoldar os moldes é um trabalho excessivo em comparação com outros processos;
- A atenção do operador é necessária para garantir que o material não vai aderir ao molde quando se retira;
- Grandes superfícies planas são difíceis de serem produzidas devido à irregularidade na espessura das paredes. São utilizadas nervuras e detalhes na superfície do molde para evitar este problema;
- A superfície interna das peças é formada livremente durante a moldagem, o que implica que as dimensões não podem ser controlados com o mesmo grau de precisão aplicado como por exemplo pela moldagem por injeção.

8.5.6. Moldagem por Compressão – SMC e GMT

O SMC (*Sheet Moulding Compound*) é um processo de fabrico que produz peças por deformação de calor através da moldagem por compressão. É atualmente o método mais comum para a produção de compósitos. ⁵⁴

As mantas pré-impregnada de SMC são recortadas de acordo com um padrão, pesadas e colocadas sobre o molde aquecido. Estas devem cobrir cerca de 50 a 80% da superfície do molde. Devido à temperatura do molde ser alta, aproximadamente 150°C, a viscosidade do material diminui. A pressão hidráulica faz com que o material flua pelo molde e o preencha totalmente, ocupando o espaço entre a matriz e o punção. A pressão exercida sobre a peça irá durar entre 2 e 4 minutos dependendo da espessura. A peça poderá então ser desmoldada e colocada a arrefecer. ⁵⁴

A prensa deve ser capaz de fornecer uma pressão de 50 a 70 bares sobre a área de superfície projetada da ferramenta. Para longas séries de produção são utilizados moldes em aço com cromo duro enquanto para séries menores os moldes são de metal mais macio. ⁵⁴

O GMT (*Glass Mat-reinforced Thermoplastics*) é também processo de fabrico que produz peças por deformação de calor tal como o SMC, mas com a utilização do molde a frio ou ligeiramente aquecido. ⁵⁴



Figura 8. 13 - Mantas SMC [54]

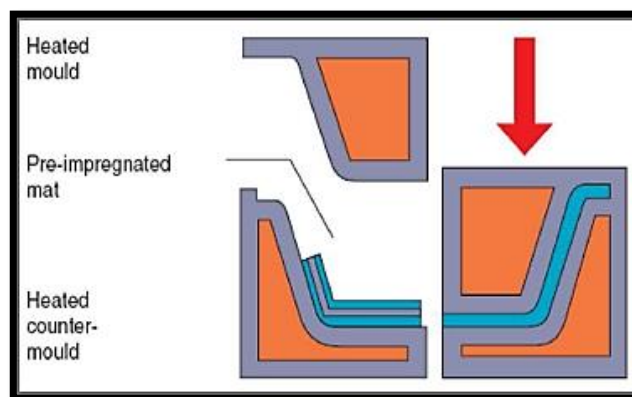


Figura 8. 14 - Moldagem por compressão SMC [54]

8.6. Processos Tecnológicos de Fabrico para Compósitos

As matérias-primas de compósitos, fornecidas às indústrias, surgem de três formas: ⁷²

- ✓ Fibras pré-impregnadas;
- ✓ Compostos de moldagem;
- ✓ Rolos de fibras tecidas;
- ✓ Resina.

As fibras pré-impregnadas vêm com a quantidade correta de resina já misturada e parcialmente endurecida, o que permite uma melhor utilização do material evitando o desperdício. Como a resina necessária para o material já vem incorporada permite que os produtos obtenham melhores propriedades. ⁷²

Atualmente os processos de fabricação de materiais compósitos são lentos, trabalhosos e caros em comparação com os de outros materiais. É necessário grandes investimentos em automação de modo a acelerar estes processos tecnológicos e reduzir os seus custos de fabrico. ⁷²

A tabela 8.2 mostra a comparação dos processos de fabrico de compósitos mais utilizados atualmente, tendo em conta as suas vantagens e desvantagens.

Tabela 8. 2 - Vantagens e desvantagens dos processos de fabrico de compósitos (tabela retirada de [72])

NOME	VANTAGENS	DESvantagens	DESCRIÇÃO
Hand lay-up	- Permite formas complexas - Ferramentas simples	- Trabalho intensivo	Amontoamento de chapas com resina num molde
ATL e Revestimento com fibra	- Processo automatizado - Permite a fabricação de peças grandes	- Não permite formas complexas - Custos elevados - Lento - Complexo	Colocação automatizada do material com uma máquina num molde
Vaporização	- Baixo custo - Ferramentas simples - Pode ser automatizado	- Pouca precisão dimensional - Componentes com fracas propriedades - Componentes são menos replicáveis	Injeção de resina e fibras cortadas simultaneamente num molde
Enrolamento de filamentos	- Pode fabricar diversos tamanhos	- Complexo mandril	Colocação das fibras num mandril rotativo para produzir componentes em rotação

Processos com molde fechado	<ul style="list-style-type: none"> - Fabricação individual de componentes mais complexos num ciclo de produção - Grande precisão dimensional 	<ul style="list-style-type: none"> - Custos elevados - Equipamento complexo 	Fabrico em moldes aquecidos que exercem pressão sobre o componente permitindo ao mesmo tempo o processo de endurecimento
Pultrusão	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo desperdício de material - Baixo custo - Maior automatização 	<ul style="list-style-type: none"> - Só fabrica componentes de seção constante - As fibras são sempre colocadas longitudinalmente 	As fibras são puxadas através de um banho de resina e dois moldes. O primeiro alinha as fibras para o segundo o que permite a moldar e endurecer

8.7. Tecnologias Aplicadas nos Componentes de Interiores

Para os principais módulos dos componentes de interiores de um automóvel e de um avião, identificam-se as principais tecnologias de fabrico mais utilizadas na sua produção:

Tabela 8. 3 - Tecnologias mais comuns nos principais módulos de interiores (tabela retirada de [1])

MÓDULOS	TECNOLOGIAS MAIS COMUNS
Painel de Porta	<ul style="list-style-type: none"> - Moldagem por Injeção - Injeção a baixa pressão - Moldagem por Compressão
Painel de Instrumentos	<ul style="list-style-type: none"> - Moldagem por Injeção - Rotomoldação - Termoformação - Espumagem - Pulverização - Moldagem a cor SRIM (<i>Structural Reaction Injection Moulding</i>)
Chão	<ul style="list-style-type: none"> - Moldagem por Compressão
Teto	<ul style="list-style-type: none"> - Moldagem por Compressão
Assentos	<ul style="list-style-type: none"> - Corte - Dobragem - Injeção em molde de espumas - Acoplamento de tecidos e espumas - Colagem
PSU	<ul style="list-style-type: none"> - Injeção LFT (<i>Long Fiber Thermoplastic</i>)
Painéis Laterais	<ul style="list-style-type: none"> - Moldagem por Injeção - Moldagem a cor SRIM - Moldagem por bi-Injeção

8.8. Súmula Conclusiva

Os processos de fabricação são caracterizados por alterarem geometricamente uma matéria-prima que pode produzir o produto final ou a matéria-prima para um processo seguinte. Quanto maior for a variedade de materiais, maior será a variedade de processos de fabricação também aumenta.

É muito importante o conhecimento das propriedades dos materiais utilizados na fabricação dos produtos pois cada material tem um comportamento que diferencia o processo de fabricação ao qual é submetido.

A seleção de um processo de fabricação específico depende dos custos e dos requisitos técnicos dos componentes a serem produzidos. Esta decisão crítica implica um excelente conhecimento das tecnologias de fabrico, e existem fatores como a geometria da peça, as dimensões, o volume, o material, as tolerâncias e o custo que devem ser considerados.

O aumento da concorrência na indústria automobilística tem sido assinalada pela aplicação de mais tecnologia, pela redução do ciclo de desenvolvimento do produto, pelo aumento da diversidade de modelos e dos seus atributos. As grandes empresas deste setor estão em posição de liderança nos seus mercados e nos respetivos processos de mudança tecnológica.

A produção na indústria aeronáutica é uma questão muito complexa pois envolve a fabricação de muitos componentes utilizando tecnologias avançadas, realizada segundo um rigoroso regulamento normativo e com as empresas a serem geridas com orçamentos e prazos apertados.

Hoje em dia, as tecnologias são classificadas por tipo de material processado, isto é, tecnologias para processamento e conformação de materiais isolados, de integração de vários materiais com eliminação de etapas de processamento e/ou conformação, de conformação de materiais complexos e ainda de acabamento de superfície.

Existe uma tendência para uma maior diversidade de materiais otimizando as tecnologias de fabrico de cada material.

Os polímeros permitem a conceção de peças de elevado grau de complexidade, menor peso, boa qualidade superficial e custos significativamente mais baixos. As tecnologias mais importantes que transformam e processam os polímeros estão agrupadas em tecnologias de fabrico de peças (moldagem por injeção bi-injeção, etc.), fabrico de películas de revestimento (termoformação, rotomoldação, etc.), produção de peças e materiais compósitos e híbridos (moldagem por compressão SMT e GMT, etc.) e acabamentos.

Atualmente os processos de fabricação de materiais compósitos são lentos, trabalhosos e caros em comparação com os de outros materiais. É necessário grandes investimentos em automação de modo a acelerar estes processos tecnológicos e reduzir os seus custos de fabrico.

PARTE II

Análise Prática

Capítulo 9 – Apresentação e Análise de Resultados

9.1. Introdução

Este capítulo faz uma abordagem aos principais resultados das visitas/entrevistas conduzidas a algumas empresas representativas do setor industrial de componentes de interiores e uma comparação com os dados obtidos na revisão da literatura.

No seguimento da interpretação dos resultados, será utilizado o método *backcasting* onde a condição desejada será criar um *cluster* nacional de fornecimento de componentes de interiores que englobe a indústria automóvel e aeronáutica e quais os passos necessários para atingir essa condição.

9.2. Cruzamento das Duas Indústrias

A sobrevivência do *cluster* português da indústria de componentes para automóveis depende de um rápido crescimento ao nível do valor acrescentado produzido pelas nossas empresas. A via mais rápida para que isto aconteça passa ou pelo desenvolvimento de novos produtos ou pela partilha de conhecimentos com setores igualmente avançados tecnologicamente, principalmente a indústria aeronáutica. ⁷⁷

Existem pontos de contato entre as indústrias automóvel e aeronáutica que não devem ser postos de lado, mas sim aprofundados, o que poderá traduzir-se numa mais-valia para as empresas que atuam num destes setores e que pretendam lançar-se ou desenvolver-se no outro setor industrial. ⁷⁷

Tal como no setor automóvel, a concorrência no setor aeronáutico entre fornecedores já não passa apenas pela qualidade, isto é, pela capacidade técnica para construir uma peça que passe nos testes de qualidade. O patamar seguinte de competitividade é caracterizado por fatores de custo: ⁶¹

- ✓ Eficiência produtiva;
- ✓ Mão-de-obra;
- ✓ Capital;
- ✓ Economias de escala.

⁷⁷ Filipe, Pedro Carrilho; “*Automóvel e aeronáutica: parceria ou morte*”; Jornal Público, Julho de 2002

Juntamente com outros fatores:

- Competências principais;
- Entregas atempadas e corretas;
- Capacidade de produção flexível;
- Melhoria contínua de produtos e processos.

A semelhança entre as duas indústrias está igualmente evidente nas relações de parceria entre os OEM e fornecedores. No caso da indústria aeronáutica, esta parceria vigora para além de da fase de conceção, acompanhando todo o período de vida do avião e pelo menos 10 a 15 anos associada à manutenção deste. Este fator de manutenção constitui uma fonte de receita durante um prazo alargado para as empresas que produzem os componentes. ⁶¹

9.3. Análise de Resultados

9.3.1. Questionário

O questionário é parte da investigação acerca da recolha de dados sobre o estado atual das empresas inseridas na cadeia de fornecimento nacional da indústria de componentes de interiores para automóvel e avião.

O objetivo é recolher dados de especialistas destes setores industriais relacionados com as questões de investigação que sustentem as conclusões levantadas aquando da revisão da literatura e que nos permitam tirar conclusões em relação às questões formuladas.

Para o efeito, proceder-se-á a uma análise criteriosa da pesquisa realizada para identificar quais os fatores que intervêm na tomada de decisão no que toca às opções de escolha das empresas de fornecerem outro setor industrial. Foram definidos alguns tópicos de particular importância que são objeto de consideração:

- Fatores de ordem contextual e de estratégica organizacional – natureza interna e externa que influenciam as tomadas de decisão, como por exemplo os fornecedores que fazem parte de multinacionais não têm esse poder de decisão;
- Fatores de ordem financeira – a falta de capital para grandes investimentos que é preciso despende, como por exemplo os fornecedores nacionais que estão mais limitados financeiramente;
- Fatores de disponibilidade organizacional de mudança para melhoria – decisões de ordem estratégica que dificultam a concretização de mudanças.

Paralelamente, foram colocadas outras questões de carácter transversal que permitem uma introdução à questão da tecnologia utilizada nessas empresas.

As visitas/entrevistas foram feitas entre Março e Outubro de 2015 com o preenchimento do questionário mostrado no anexo 1. Os participantes foram engenheiros e representantes da atividade da empresa questionada.

No questionário foram apresentadas 11 questões:

- ✓ A 1.^a e 2.^a questão “*Quais os componentes de interiores que fabricam?*” e “*Para que clientes são esses componentes?*” têm o intuito de conhecer quais os componentes de interiores fabricados nessa empresa e qual o cliente a que se destinam de modo a que se tenha uma ideia do que é fabricado e para quem se fabrica em território nacional;
- ✓ A 3.^a questão colocada “*O tipo de componentes que produzem exige outras etapas de produção/montagem antes da montagem final? Se sim, quais?*” tem como objetivo conhecer a complexidade do fabrico dos componentes de interior;
- ✓ A 4.^a questão colocada “*Qual a dimensão da produção atual?*” tem como intuito conhecer a dimensão e se é rentável a produção destes componentes.
- ✓ A 5.^a e 6.^a questão “*Que tipo de tecnologias utilizam?*” e “*Que tipo de materiais utilizam?*” têm como objetivo recolher o tipo de tecnologias de fabrico e materiais utilizados na produção destes componentes nas empresas implementadas em Portugal;
- ✓ A 7.^a, 8.^a e 9.^a questão “*Como eram os componentes há 10 anos atrás?*”, “*Imagine daqui a 10 anos que alterações prevê nos componentes que fabrica?*” e “*Quais as implicações que terão essas alterações para a indústria instalada em portuguesa?*” têm como propósito ajudar na análise cronológica da evolução da indústria de componentes em Portugal;
- ✓ A 10.^a e 11.^a questão “*Quais são as vantagens e desvantagens de trabalhar para a indústria automóvel?*” e “*Quais são as vantagens e desvantagens de trabalhar para a indústria aeronáutica?*” têm como objetivo analisar as escolhas das empresas em relação à escolha de fornecer um determinado setor industrial.

9.3.2. Caracterização da Amostra

As empresas apresentadas nesta investigação estão situadas em território nacional sendo maioritariamente de capital estrangeiro, algumas fazem parte de um grupo de empresas com capacidade de fornecimento em 1.^a linha à Autoeuropa.

As empresas maioritariamente de capital estrangeiro estão condicionadas nas suas atividades de reorganização à casa-mãe. O desenvolvimento, conceção e *design* de

produto é feito nos países de origem, em Portugal apenas é feito o desenvolvimento e industrialização de processos.

No caso das empresas nacionais com participação de capital estrangeiro, por questões estrategicamente financeiras, desenvolvem as suas atividades de conceção, planeamento e produção essencialmente nos seus mercados de exportação.

São em grande parte fornecedores especializados de 2ª linha ou são também fornecedores de sistemas/funções para fornecedores integradores.

Tabela 9. 1 - Principais empresas fornecedoras de componentes de interiores em Portugal

EMPRESAS	SITE	COMPONENTES	PRINCIPAIS CLIENTES
ACC - Amorim Cork Composites, S.A.	www.amorimcorkcomposites.com	Compósitos de cortiça para revestimento térmico e acústico	Setor dos transportes
Autoneum Portugal, Lda	www.autoneum.com	Tapetes de isolamento térmico e acústico	Audi, Bentley, BMW, Cadillac, Chevrolet, Citroen, Dacia, Fiat, Ford, Honda, Hyundai, Jaguar Land Rover, Jeep, Kia, Lexus, Mazda, Mercedes-Benz, Mini, Mitsubishi, Nissan, Opel, Peugeot, Porsche, Renault, Rolls Royce, Saab, Seat, Skoda, Subaru, Suzuki, Toyota, Volvo, Volkswagen
Caetano Components, S.A.	www.caetanocomponents.pt	Componentes para automóveis e aviões	Alfa Romeo, Audi, BMW, Chevrolet, Citroen, Dacia, Fiat, Ford, Honda, Hyundai, Jeep, Kia, Lancia, Lexus, Mercedes-Benz, Mini, Nissan, Opel, Peugeot, Renault, Seat, Skoda, Smart, Toyota
Bourbon Automotive Plastics Marinha Grande, S.A.	www.inteplastico.pt	Estruturas de bancos/ mecanismos de ajuste, Consolas interiores – portas e teto, Consola/painel de instrumentos e componentes	Audi, Citroen, Hyundai, Mercedes-Benz, Nissan, Opel, Peugeot, Renault, Seat, Toyota, Volvo Faurecia, Johnson Controls, Lear, Visteon
Coindu - Componentes para a Indústria Automóvel, S.A.	www.coindu.com	Estofos em couro natural, Tecido e PVC para bancos, Apoios de braços, Encostos de cabeça e Painéis de porta	Audi, BMW, Mercedes, Renault, Volvo, Volkswagen

EMPRESAS	SITE	COMPONENTES	PRINCIPAIS CLIENTES
COPEFI, S.A.	www.copefi.com	Peças de interior para automóveis	Aston Martin, Audi, BMW, Dacia, Ford, Lancia, Land Rover, Nissan, Opel, Peugeot, Porsche, Renault, Seat, Toyota, Volvo, Volkswagen
Copo Têxtil Portugal, S.A.	www.grupocopo.com	Têxteis para automóveis - bancos, apoios de braço, encostos de cabeça, painéis de porta e pilares	Audi, Ford, Hyundai, Nissan, Opel, Renault, Seat, Skoda, Volkswagen Faurecia
Couro Azul – Indústria e Comércio de Couros, S.A.	www.couroazul.pt	Peles para automóveis e aviões - volantes, bancos e painéis	Setor automóvel
Dalphi metal Portugal, S.A. / TRW	www.trw.com	Sistemas de proteção ao ocupante de automóveis - Airbags, Cintos de segurança e Volantes	Todas as marcas
ERT Têxtil Portugal, S.A.	www.ertgrupo.com	Têxteis para automóveis - Encostos de cabeça, Bancos, Apoios de braço, Painéis de porta, Pilares, Tetos, Palas de sol, Painéis de instrumentos e Fole de alavanca de velocidades	Aston Martin, Audi, Citroën, Maserati, Mercedes, Mini, Peugeot, Rolls-Royce, Seat, Volkswagen Faurecia, Lear, Mecaplast, Visteon
Faurecia	www.faurecia.com	Painéis de porta, Tabliers, Revestimentos em tecido e pele	Volkswagen, Land Rover, Opel, Mercedes, PSA Peugeot Citroen
Fehst Componentes, Lda.	www.fehstgroup.com	Consola/Painel de instrumentos e componentes	Audi, Bentley, Jaguar Land Rover, Porsche, Skoda, Volkswagen
Iber-Oleff - Componentes Técnicos em Plástico, S.A.	www.iber-oleff.pt	Fechos e fixadores de interiores, Entradas de aquecimento/ ventilação	Audi, BMW, Citroen, Fiat, Ford, Honda, Jaguar Land Rover, Lancia, Mercedes-Benz, Mitsubishi, Nissan, Opel, Peugeot, Renault, Seat, Skoda, Toyota, Volvo, Volkswagen Faurecia, Johnson Controls, SAS
IETA - Indústria de Estofos e Transformação de Automóveis, S.A.	www.ieta.pt	Estofos para bancos e painéis de porta	Setor automóvel

EMPRESAS	SITE	COMPONENTES	PRINCIPAIS CLIENTES
INAPAL Metal, S.A.	www.inapalmetal.pt	Estruturas de assentos, Porta-bagagens	Volkswagen Faurecia, Benteler, SMP
INAPAL Plásticos, S.A.	www.inapalplasticos.com	Tampas de porta-luvas e porta-bagagens	General Motors, Ford, Renault, Volkswagen
INCOMPOL – Indústria de Componentes, Lda.	www.incompol.pt	Componentes para rádios e bancos para automóveis; Estrutura de reforço do apoio de braço dos bancos de aviões	Visteon, Faurecia TAP/ PGA
J. Prior - Fábrica de Plásticos, Lda.	www.jprior.pt	Revestimentos interiores, Painéis interiores, Consolas interiores - portas/teto, Consola/Painel de instrumentos e componentes	BMW, Citroen, Jaguar Land Rover, Mercedes-Benz, Porsche, Renault
Karmann Ghia de Portugal - Indústria de Confeção de Capas, Lda.	www.kgp.pt	Capas para automóveis - assentos, apoios de braço e apoios de cabeça, Revestimentos para punhos de travão de mão Capas para bancos de aviões, Revestimento para estruturas dos bancos, Bolsas para coletes de salvção, Cortinas	Setor automóvel e aeronáutico
KIRCHHOFF Automotiv e Portugal, S.A.	www.kirchhoff-automotive.com	Estruturas de airbags, Estruturas de Consola/ Painel de instrumentos e componentes	Setor Automóvel
Manuel da Conceição Graça, Lda.	www.mcq.pt	Travões de mão, Painéis interior, Estruturas de bancos/mecanismos de ajuste	General Motors Faurecia
Microplásticos, S.A.	www.microplasticos.pt	Piças de interiores, estéticas e de segurança	Setor Automóvel
Nova Fundínio, S.A.	www.fundinio.pt	Estruturas de bancos e Mecanismos de ajuste	Mercedes-Benz, Volvo BWI Group, Compin, Saira Seats

EMPRESAS	SITE	COMPONENTES	PRINCIPAIS CLIENTES
Plasfil - Plásticos da Figueira, S.A.	www.cieautomotive.com	Consolas interiores – portas e teto, Componentes de Bancos, Apoios de braço, cabeça e capas, Airbags e seus componentes	Daimler Chrysler, GM, Fiat Group, Ford Group, PSA Peugeot Citroen, Renault Nissan, Toyota Volkswagen Group Faurecia, Visteon
Simoldes Plásticos, S.A.	www.simoldes.com	Revestimentos de interiores, Consolas interiores – portas e teto; Consola/ Painel de instrumentos e componentes, Componentes de Bancos	Audi
Sunviauto – Indústria de Componentes de Automóveis	www.sunviauto.pt	Bancos e Estruturas	Setor Automóvel
TMG - Tecidos Plastificados e Outros Revestimentos para a Indústria Automóvel, S.A.	www.tmg.pt	Tecidos plastificados - Painéis de instrumentos, Painéis de porta, Bancos, Foles de travão de mudanças	Setor Automóvel
Vanpro - Assentos, Lda	www.vanpro.pt	Bancos de automóveis	Volkswagen Faurecia
Visteon Portuguesa, Lda	www.visteon.com	Rádios, Quadros de instrumentos, Controlos de clima	Fiat, Ford, Jaguar Land Rover, Renault Nissan Faurecia

9.3.3. Análise dos Dados do Questionário

As respostas ao questionário e todo o conjunto de informações obtidas permitiram recolher um conjunto de dados que proporcionam alcançar um conhecimento sobre as opções estratégicas das empresas fornecedoras de componentes. As empresas visitadas para este estudo foram a *Faurecia*, a *Visteon*, a *Incompol*, a *Inapal Plásticos* e a *Autoneum*.

a. Componentes de Interiores Fabricados em Portugal

Sector Automóvel:

- i. Bancos (encostos de cabeça, estrutura, mecanismos de ajuste, revestimentos);
- ii. Apoios de braços (estrutura e revestimento);
- iii. Painéis de porta (consola, revestimento);

- iv. Painéis de instrumentos (estrutura e componentes);
- v. Palas de sol;
- vi. *Airbags*;
- vii. Cintos de segurança;
- viii. Travões de mão;
- ix. Foles de alavanca de velocidades;
- x. Componentes para rádios e sistemas de ventilação;
- xi. Porta-bagagens;
- xii. Tapetes de chão;
- xiii. Tetos, painéis e pilares;
- xiv. Fechos e fixadores.

Sector Aeronáutico:

- i. Revestimento de ancos e respetivas estruturas
- ii. Bolsas de coletes de salvação;
- iii. Cortinas;
- iv. Estruturas de apoio de braços dos bancos.

b. As Tecnologias de Fabrico de Componentes de Interiores mais aplicadas em Portugal

- i. Adesivagem;
- ii. Corte e Costura;
- iii. Cromagem (*chroming*);
- iv. Decoração “in-mould” (IMD – *in mould decoration*);
- v. Estampagem (*stamping*);
- vi. Extrusão (*extrusion*);
- vii. Extrusão e moldagem por compressão (D-LT – termoplásticos diretos de fibra de vidro longa, G-LT – granulado termoplástico de fibra de vidro longa);
- viii. Injeção traseira (*back injection*);
- ix. Moldagem por injeção de gás (*gas injection moulding*);
- x. Moldagem por injeção (*injection moulding*);
- xi. Moldagem por bi-injeção (*bi-injection moulding*);

- xii. Moldagem por injeção híbrida (*hybrid injection moulding*);
- xiii. Moldagem a vácuo (*vacuum forming*);
- xiv. Moldagem por injeção de espuma microcelular MuCell (*MuCell microcellular foam injection moulding*);
- xv. Moldagem por compressão (SMC- *Sheet Moulding Compound*, GMT- *Glass Mat-reinforced Thermoplastics*);
- xvi. Moldagem de espuma a quente (*hot moulding foam*);
- xvii. Moldagem “*in situ*” (*in situ moulding*);
- xviii. Processo de flocagem (*flocking process*);
- xix. Tratamento por plasma de baixa pressão em têxteis (*selective LP textile*);
- xx. Tecidos laminados.

c. Materiais mais utilizados na Fabricação de Componentes de Interior em Portugal

- i. ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*);
- ii. Aço/ aço inox;
- iii. Alumínio;
- iv. Compósitos;
- v. Cortiça;
- vi. Couro;
- vii. Espuma de PU (*Poliuretano*);
- viii. Fibra de vidro;
- ix. Magnésio;
- x. PA66 (*Poliamida 66*);
- xi. PMMA (*Polimetil Metacrilato*);
- xii. PP (*Polipropileno*);
- xiii. PVC (*Policloreto de Vinilo*);
- xiv. Peles;
- xv. Tecidos.

d. Evolução dos Componentes de Interiores

Há 10 anos atrás:

- Materiais em aglomerados de madeira mais densos;
- Tecidos mais densos;
- PVC com maior espessura e peso;
- *Design* menos aerodinâmico;
- Materiais mais poluentes;
- Menor reciclabilidade;
- Fabricação mais manual;
- Peças com menos componentes de montagem.

Daqui a 10 anos:

- Materiais mais leves;
- Materiais mais aerodinâmicos;
- Maior exigência em termos de níveis de qualidade;
- Mais automatizações nos processos permitindo a redução de mão-de-obra e respetivos custos unitários;
- Novas tecnologias de produção que levarão à diminuição da mão-de-obra.

e. Vantagens e Desvantagens de Trabalhar no Setor Automóvel em Portugal

Vantagens:

- Grandes volumes de produção;
- Muitas empresas deste setor em Portugal;
- Existe um *cluster* virado para este tipo de indústria.

Desvantagens:

- Preços com menores margens;
- É necessário estar sempre na vanguarda tecnológica.

f. Vantagens e Desvantagens de Trabalhar no Sector Aeronáutico em Portugal

Vantagens:

- Preços com maiores margens;

- Permite reduzir a dependência de um sector de atividade mantendo o foco sempre em setores de grande exigência;
- Enorme desenvolvimento tecnológico que as empresas adquirem;
- Desenvolvimento da mão-de-obra altamente qualificada;
- Qualificações nas universidades e escolas profissionais desenvolvidas para formar pessoas mais capacitadas para este tipo de indústria.

Desvantagens:

- Pequenos volumes de produção;
- Grande investimento em investigação e desenvolvimento;
- Falta de empresas deste setor em Portugal;
- Não existência de um *cluster* virado para este tipo de indústria.

As respostas ao questionário e debatidas com profissionais da área nas visitas efetuadas permitiram estabelecer uma ligação entre o questionário/visita e a estratégia de fornecimento destas empresas para estes dois setores industriais. As conclusões mais importantes retiradas vão de encontro às duas primeiras questões do objetivo desta dissertação:

- ✓ É notório o esforço e os constantes investimentos feitos pelos fornecedores na integração de diversos processos tecnológicos assim como de produtos ligados a áreas de tecnologias de ponta;
- ✓ Estes fornecedores têm como missão fornecer os seus clientes numa perspetiva de parceria tecnológica e de *know-how*;
- ✓ Procuram fornecer produtos que sustentam rigorosos padrões de qualidade, serviços competitivos e de alta fiabilidade;
- ✓ Os clientes destas duas indústrias exigem o fornecimento dos componentes em tempo útil e ao mais baixo custo;
- ✓ Muitos destes fornecedores foram permeados pelos OEM devido à qualidade dos seus produtos, flexibilidade dos fornecimentos e entregas pontuais;
- ✓ A certificação para um fornecedor de componentes poder trabalhar para o sector aeronáutico é mais fácil obter do que para o sector automóvel;
- ✓ Um fornecedor de componentes que trabalhe para a indústria automóvel facilmente muda para a indústria aeronáutica devido a já possuir o *know-how* necessário;
- ✓ Um fornecedor que trabalhe para indústria aeronáutica dificilmente muda para a indústria automóvel, isto porque existe maior concorrência no setor

automóvel e os clientes (OEM) requerem “exclusividade” dos seus fornecedores;

- ✓ Enquanto na indústria aeronáutica existe um FAI (*First Article Inspection*), na indústria automóvel os produtos são inspecionados gradualmente para garantir que não existem problemas na produção em série;
- ✓ As instalações para o setor aeronáutico numa empresa terão de ser separadas estrategicamente do setor automóvel devido à diferença dos fluxos de produção e devido às certificações dos operadores que diferem nas duas indústrias.

9.4. Análise Metodológica

9.4.1. Criação de um Cluster

A condição ideal para o desenvolvimento tecnológico de Portugal seria criar um *cluster* nacional de fornecimento de componentes de interiores que abrangesse o setor automóvel e o setor aeronáutico. Quais as ações que devem ser tomadas para chegar a esta condição?

Para se poder ter uma visão destas ações será feita uma análise utilizando o método *backcasting*. Este método consiste em discutir o futuro a partir da direção oposta, ou seja, as condições futuras são as desejadas e as ações são definidas para atingir essas condições.⁷⁸

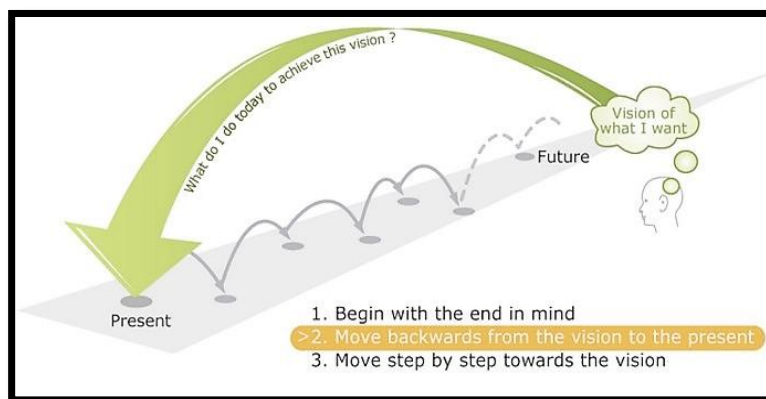


Figura 9. 1 – Método Backcasting [78]

Como mostra a figura 9.1, consiste em 3 etapas:⁷⁴

- 1.º – Iniciar com uma ideia em mente para o futuro;
- 2.º – Mover para trás a partir da visão até ao presente;
- 3.º – Mover passo a passo em direção à visão.

⁷⁸ *Innovate Change – creative solutions for social issues*, consultado em Outubro de 2015

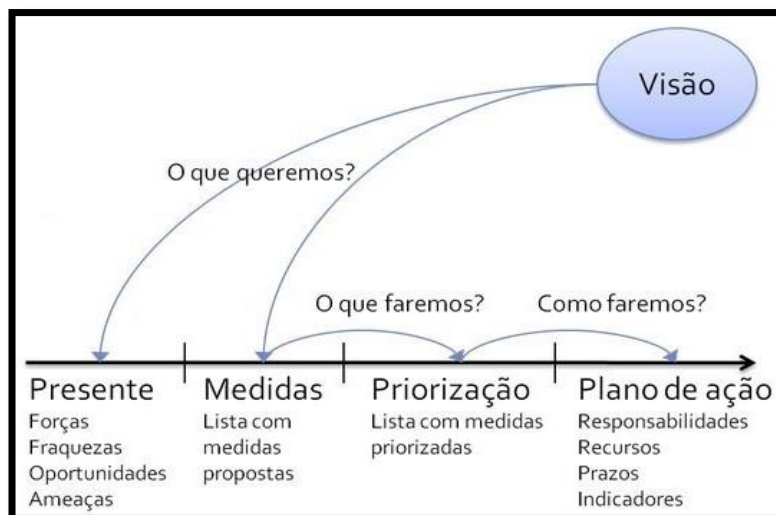


Figura 9. 2 - Identificação e avaliação das questões problemáticas [79]

Ao analisar a figura 9.2 temos:

➤ **O que queremos?**

A visão é a criação de um *cluster* nacional de fornecimento de componentes de interiores que abrange o setor automóvel e o setor aeronáutico.

➤ **Forças**

O *cluster* tem o potencial de melhorar a competitividade industrial de modo a contribuir para:

- Reduzir custos de produção e desenvolvimento;
- As empresas terem acesso a canais de distribuição já estabelecidos;
- Difundir e transferir tecnologia;
- Subsidiariedade tecnológica;
- Partilha de riscos;
- Facilitar a ultrapassar barreiras legais.

➤ **Fraquezas/ Ameaças**

Existem fatores que podem contribuir para dificultar o sucesso de cooperação entre empresas tais como:

- Carência de infraestruturas que garantam partilha de informação e conhecimento;

⁷⁹ Winter Consultoria – Gestão Empresarial, Gestão de Projetos e Gestão da Sustentabilidade, consultado em Outubro de 2015

- A dificuldade na garantia de um clima de confiança entre empresas.

➤ **Oportunidades**

As duas principais motivações para a cooperação entre empresas são:

- A necessidade de conseguir maior flexibilidade;
- A procura de maior eficiência.

➤ **O que faremos?**

As medidas prioritárias propostas são:

- ✓ Reunir empresas destes dois setores juntamente com instituições de I&D;
- ✓ Criar sinergias no sentido de desenvolver uma dinâmica que procure através da inovação, qualificação e modernização das empresas o reforço da sua competitividade;
- ✓ Facilitar o aparecimento de projetos de inovação com a disponibilização de condições para a sua concretização em parceria;
- ✓ Aumentar a competitividade das empresas em consequência do incremento do valor acrescentado dos produtos e serviços;
- ✓ Desenvolver materiais, tecnologia, processos e produtos de alto conteúdo tecnológico e valor acrescentado.
- ✓ Desenvolver capacidades para “agarrar” novas oportunidades desencadeadas pela evolução dos mercados.

➤ **Como faremos?**

O plano de ação para a lista de medidas propostas será:

- ✓ Consolidar a base institucional e estruturação do *cluster*;
- ✓ Afirmar o princípio da diferenciação com soluções integradas de elevado valor acrescentado, com os contributos das várias fileiras produtivas do *cluster*;
- ✓ Adquirir relevância internacional, isto é, o *clusters* só terá relevância regional e nacional se os produtos forem suficientemente diferenciados e portadores de valor internacional;
- ✓ Organizar de forma específica e inovadora as relações entre as grandes empresas e a rede de PME de modo a obter competitividade, ou seja, apoiar os processos de qualificação de subcontratação, de certificação sucessiva de micro e pequenas empresas e de alianças estratégicas entre grandes empresas em processos de internacionalização.

9.4.2. Análise Cronológica

De modo a se visualizar de uma forma mais concisa as etapas necessárias para atingir um *clusternacional* que abranja os dois setores automóvel e aeronáutico nos próximos 10 anos será feito um levantamento das ideias e ações mais importantes a serem tomadas:



Visualizar de uma forma mais concisa o panorama atual nacional dos dois setores automóvel e aeronáutico:



E visualizar de uma forma mais concisa como se encontravam nas últimas décadas estes dois setores no âmbito nacional:



9.5. Conclusões Finais

Quer na indústria automóvel, como na indústria aeronáutica, a fase de desenvolvimento de um produto tem um elevado grau de risco e de incertezas com uma elevada complexidade do ponto de vista técnico.

Os interiores no setor automóvel são compostos por módulos considerados como sistemas integrados complexos baseados em fundamentos técnicos, de estética e de segurança. Os componentes de interiores são agrupados de acordo com funções de segurança, de controlo, de conforto e de acabamento. No caso dos interiores no setor aeronáutico variam consoante a classe a que o passageiro viaja e o tipo de avião comercial. Os componentes de interiores têm como função a segurança e conforto dos passageiros durante os voos. As empresas do setor aéreo encomendam os aviões aos OEM e são estas que decidem como será a configuração do seu interior.

A concorrência entre as marcas levou a indústria automóvel a ver o interior como a área-chave para a diferenciação do produto, isto é, tornou-se prioridade no desenvolvimento de um projeto e o elevado custo deste desenvolvimento pressiona cada vez mais este setor. A combinação de variáveis tais como forma, textura, estilo, conforto, visibilidade, segurança, multiplicidade de uso, entre outros contribui para o desenvolvimento do interior de um automóvel. No caso aeronáutico, as companhias aéreas procuram novas formas de inovar os seus serviços e diferenciar os seus produtos e para os passageiros um dos aspetos relevantes durante um voo é o conforto. Não existe uma norma obrigatória que estabeleça a definição de conforto a bordo e como consequência as companhias aéreas testam os limites das autoridades sem se preocuparem com o conforto dos passageiros. Os padrões de conforto dos passageiros estão limitadas às considerações de segurança.

O aumento da concorrência na indústria automóvel tem sido assinalada pela aplicação de mais tecnologia, pela redução do ciclo de desenvolvimento do produto, pelo aumento da diversidade de modelos e dos seus atributos. As grandes empresas deste setor estão em posição de liderança nos seus mercados e nos respetivos processos de mudança tecnológica. Na indústria aeronáutica, a produção é uma questão muito complexa pois envolve a fabricação de muitos componentes utilizando tecnologias avançadas. A fabricação é realizada segundo um rigoroso regulamento normativo e com as empresas a serem geridas com orçamentos e prazos apertados.

Um dos principais fatores do progresso nestas duas indústrias é o avanço nas tecnologias de fabricação que trazem consigo um aumento de produtividade. Atualmente, as tecnologias de fabrico são classificadas por tipo de material processado e existe uma tendência para uma maior diversidade de materiais otimizando estas tecnologias. É cada vez mais rápida a introdução de novas tecnologias por parte dos fabricantes pois é vista

como uma vantagem competitiva estratégica e também porque estes temem ficar para trás na competição se não as dominarem.

Na indústria automóvel a relação entre os construtores e os seus fornecedores baseia-se em auditorias de qualidade como forma de seleção, estes representam mais de 60% do valor do automóvel. No caso da indústria aeronáutica, a seleção dos fornecedores é feita na fase de projeto depois de se avaliar a sua capacidade e desempenho. Por norma, mantêm-se enquanto o modelo de avião estiver no mercado.

Existem aproximadamente 200 empresas fornecedoras de componentes para o setor automóvel em território nacional, na sua maioria estrangeira e a sua produção é maioritariamente para exportação. Atualmente, a percentagem de exportações encontra-se a 83% e nos últimos oito anos tem vindo a aumentar. No caso do setor aeronáutico não é possível obter o número de empresas fornecedoras desta indústria em território nacional pois estas fornecem para outras indústrias e não estão registadas como fornecedoras deste setor. O setor aeronáutico nacional está centrado no ramo da manutenção e baseia-se em PME avançadas em termos de tecnologia de materiais e processos de fabrico.

No caso da seleção de fornecedores para o setor aeronáutico, este tem maior recetividade para escolher fornecedores que colaboram ou já tenham colaborado para o setor automóvel. O inverso já não se verifica, um cliente do setor automóvel prefere ter a exclusividade do seu fornecedor. O elevado *know-how* acumulado em engenharia e capacidade técnica proveniente do setor automóvel irá facilitar a qualificação das empresas que optarem por fornecer a indústria aeronáutica.

Observando o panorama nacional podemos verificar que a cadeia de fornecimento aeronáutico nacional é muito fragmentada e dispersa com um *cluster* pouco expressivo e quase inexistente. O *cluster* português da indústria de componentes para automóveis está dependente do crescimento ao nível do valor acrescentado produzido pelas empresas em território nacional. A sua sobrevivência passa pela partilha de conhecimentos com setores igualmente avançados tecnologicamente como a indústria aeronáutica. Apesar das diferenças de volume e escala entre estes dois setores, a produtividade e eficiência alcançada no fabrico de componentes para automóveis pode servir de modelo para o fabrico de componentes aeronáuticos.

A aposta da criação de um *cluster* que forneça os dois setores tirando partido de tecnologias e atividades já estabelecidas e que seja capaz de atrair investimento e riqueza é fundamental para o desenvolvimento industrial de Portugal. Outros setores como os têxteis e os plásticos irão obter vantagens com a aposta neste *cluster*.

Através da análise prática efetuada conclui-se que um *cluster* nacional de fornecimento de componentes de interiores que abranja os dois setores permitirá uma melhor difusão e transferência de tecnologia, redução dos custos de desenvolvimento e produção, aumento da competitividade e do valor acrescentado dos produtos e serviços, maior partilha de

riscos, apoio nos processos de parcerias estratégicas e nos processos de certificação, melhoramento do trabalho em rede entre os dois setores dando aos fornecedores acesso a canais de distribuição já estabelecidos e criação de uma maior dinâmica da competitividade das empresas. As principais motivações para as empresas fornecedoras apostarem na criação deste *cluster* é a necessidade de conseguirem maior flexibilidade e a procura de maior eficiência.

Bibliografia

- [1] Camacho, José Ferreira; Ferrão, Paulo Cadete; Rodrigues, Cruz/Bago d'Uva; ***“A Indústria Automóvel Portuguesa – Explorar o Desafio dos Auto Interiores”***, CEIA, INAUTO, 2004
- [2] ENI 2014-2020; ***“Diagnóstico de Apoio às Jornadas de Reflexão Estratégica, Eixo temático 3– Automóvel, Aeronáutica e Espaço”***, Documento de Trabalho Nº2
- [3] Oliveira, Nuno; ***“A evolução organizacional das empresas nacionais nas cadeias de fornecimento da indústria de componentes para automóvel”***, Tese de Mestrado em Inovação e Empreendedorismo Tecnológico, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Julho de 2009
- [4] Reis, Luís; ***“Fatores Estratégicos de Desenvolvimento da Indústria de Componentes para Automóvel em Portugal - Os Determinantes da Qualidade das Empresas”***, Dissertação em Engenharia e Gestão de Tecnologia, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico, Julho de 2001
- [5] Lourenço, Ana; Sopas, Leonor; ***“A Internacionalização do Grupo SIMOLDES: Um Estudo de Caso de um Fornecedor de Componentes para a Indústria Automóvel”***, WP-03-001, Faculdade de Economia e Gestão, Universidade Católica Portuguesa, Julho de 2003
- [6] Pólo de Competitividade e Tecnologia, ***“Plano de Ação do Pólo de Competitividade e Tecnologia das Indústrias da Mobilidade”***; Agosto de 2009
- [7] Carvalho, Ana; ***“Estudo da Sustentabilidade da Indústria Automóvel em Portugal”***, Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, Universidade de Aveiro, 2009
- [8] AFIA - Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel; ***“Indústria de Componentes para Automóveis – Dados Estatísticos de 8 de Setembro de 2015”***
- [9] Selada, Catarina; Felizardo, José; ***“Da Produção à Conceção: Meio Século de História Automóvel em Portugal”***, Economic History, Technology and Society, Instituto Superior Técnico, 2004
- [10] Daniel, Carlos; Giesteira, Filipe; Viana, Margarida; ***“A Indústria Aeronáutica em Portugal”***; Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2013

- [11] Pintão, Maria; ***“As Potencialidades do Sector Aeronáutico e o seu Contributo para o Desenvolvimento Local: O Caso de Ponte de Sor”***; Tese de Mestrado, Departamento de História, Universidade de Lisboa, Faculdade de Letras, 2010
- [12] Caetano, Richard; ***“Produção Aeronáutica – Análise do desenvolvimento nacional”***; Dissertação em Engenharia Aeronáutica, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Outubro de 2012
- [13] Filipe, Pedro; Guedes, Alcibíades; ***“As Pequenas e Médias Empresas e a Cadeia de Abastecimento da Indústria Aeronáutica”***; Maio de 2004
- [14] Pólo de Competitividade e Tecnologia, ***“Guia de apoio a novos fornecedores – Requisitos para fornecer o sector Aeronáutico”***; Repositório Digital - Plataforma de Transferência de Conhecimento, Janeiro de 2013
- [15] Keila, Renato; ***“A Consideração do Conforto em Projetos de Cabine de Aviões: Contribuições da Ergonomia”***; Diploma de Engenheiro de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007
- [16] aicep Portugal Global, ***“Aeronáutica Portuguesa – Um sector com futuro”***; Revista Fevereiro/Março 2010
- [17] Brigantini, José; ***“Proposta para Melhoria do Processo de Desenvolvimento de Produto de uma Empresa Fabricante de Motores Diesel”***; Dissertação em Engenharia Automotiva, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008
- [18] Matos, Marco; ***“Percurso de um Projeto no Sector Automóvel – Caso de Estudo”***; Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Aveiro, 2013
- [19] Santos, Ricardo; ***“Engenharia do Design – A Engenharia no Processo de Design da Indústria Automóvel”***; Dissertação em Design de Equipamento, Especialização em Design de Produto, Universidade de Lisboa, Faculdade de Belas-Artes, 2013
- [20] BNDES – O banco nacional do desenvolvimento; ***“Interiores – Assentos Automotivos e Componentes de Interior”***; Área de Operações Industriais, Gerência Sectorial 2, Outubro de 1997
- [21] www.carbodydesign.com/, consultado em Junho de 2015
- [22] ATZ, ***“Developing a Comfort Seat”***, Industry Comfort, Volume 113, Novembro de 2011

- [23] https://pt.wikipedia.org/wiki/Aeronave_de_fuselagem_larga, Wikipédia, Aeronave de Fuselagem Larga, consultado em Julho de 2015
- [24] https://pt.wikipedia.org/wiki/Aeronave_de_fuselagem_estreita, Wikipédia, Aeronave de Fuselagem Estreita, consultado em Julho de 2015
- [25] https://pt.wikipedia.org/wiki/Avião_comercial, Wikipédia, Avião Comercial, consultado em Julho de 2015
- [26] Embraer Executive Jets; www.embraerexecutivejets.com/en-us/jets/lineage-1000e/pages/overview.aspx, consultado em Julho de 2015
- [27] [https://pt.wikipedia.org/wiki/Classe_Econ%C3%B3mica_\(avi%C3%A7%C3%A3o\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Classe_Econ%C3%B3mica_(avi%C3%A7%C3%A3o)), Wikipédia, Classe Económica, consultado em Julho de 2015
- [28] www.zodiac aerospace.com/en/products-services, Zodiac Aerospace, consultado em Julho de 2015
- [29] [https://pt.wikipedia.org/wiki/Classe_Executiva_\(avi%C3%A7%C3%A3o\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Classe_Executiva_(avi%C3%A7%C3%A3o)), Wikipédia, Classe Executiva, consultado em Julho de 2015
- [30] https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Primeira_classe&redirect=no, Wikipédia, Primeira Classe, consultado em Julho de 2015
- [31] https://en.wikipedia.org/wiki/Airliner#Overhead_bins, Wikipédia, Airliner, consultado em Julho de 2015
- [32] Caetano, Ulisses; “**Design para o Bem-estar Aplicado no Desenvolvimento de Interiores Automotivos**”; Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia, Faculdade de Arquitetura, Programa de Pós-Graduação em Design, Porto Alegre, 2013
- [33] Irokawa, Elisa; Cunha, Mariana; Câmara, Jairo; “**A Importância e Desenvolvimento do Design de Interiores de Automóveis Relacionada aos Aspectos Socioculturais**”; Actas de Diseño Nº5, Año III, Vol. 5, Buenos Aires, Argentina, Marzo 2008
- [34] Alcobia, Carlos; “**Ergonomia Ambiental em Veículos**”; Dissertação para Doutoramento em Ciências de Engenharia Mecânica (Aerodinâmica), Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2006

- [35] Vidal, Juliana; ***“A Influência Feminina no Design Automotivo”***; Curso de Design – Habilitação em Projeto de Produto, Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2010
- [36] Pizarro, Carolina; Almeida, Mariana; Landim Paula; ***“A Influência da Moda no Projeto de Design Automotivo”***; VIII Colóquio de Moda – 5º Congresso Internacional, Rio de Janeiro, 2013
- [37] Ciaccia, Flavia; ***“Entre a Vivência do Conforto e dos Desconforto em Cabines de Aeronaves: Uma Abordagem Baseada na Atividade”***; Tese de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013
- [38] Keila, Renato; ***“A Consideração do Conforto em Projetos de Cabine de Aviões: Contribuições de Ergonomia”***; Trabalho de formatura de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007
- [39] PUC-Rio, Repositório institucional da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; ***“Histórico, Evolução, Conforto e Ergonomia no Interior de Aviões”***; Certificação Digital Nº 0210305/CA, www.maxwell.vrac.puc-rio.br/index.php, consulta a Julho de 2015
- [40] Santos, Sérgio; Freitas, Sydney; ***“Ergonomia e Usabilidade na Definição do Conforto na Classe Econômica dos Aviões Comerciais”***; Revista Brasileira de Ergonomia, Ação Ergonômica, volume 8, número 1, 2013
- [41] Bastidores do Turismo; <http://bastidoresdoturismo.blogspot.pt/2010/10/cias-aereas-reduzem-tamanho-das.html>, consultado em Agosto de 2015
- [42] www.lefigaro.fr/societes/2013/10/29/20005-20131029ARTFIG00433-airbus-denonce-le-retrecissement-des-sieges-dans-les-avions.php, Le Figaro.fr, consultado em Agosto de 2015
- [43] www.longhaultech.ie/technology.htm, Longhaul Technologies, consultado em Agosto de 2015
- [44] <http://aviationtroubleshooting.blogspot.pt>, Aviation Troubleshooting, consultado em Agosto de 2015
- [45] Araújo, Marcelo Ribeiro; Naveiro, Ricardo Manfredi; ***“Desenvolvimento de Novos Materiais e Novos Produtos na Indústria Automobilística”***; Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, 1999

- [46] Almeida, José; “**Design com Compósitos Contendo Resíduos de Madeira**”; Dissertação de Mestrado em Engenharia de Materiais, Universidade de Aveiro, Departamento de Engenharia Cerâmica e do Vidro, 2009
- [47] Santos, Alexandre Maneira; “**Estudo de Compósitos Híbridos Polipropileno/ Fibras de Vidro e Coco para Aplicações em Engenharia**”; Dissertação de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006
- [48] Loureiro, Nuno A.O.C.; “**Sustainable automotive components for interior door trims**”; Dissertação em Design Industrial, Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2013
- [49] Masuelli, Martin Alberto; “**Introduction of Fibre-Reinforced Polymers – Polymers and Composites: Concepts, Properties and Processes**”; Fiber Reinforced Polymers - The Technology Applied for Concrete Repair, Chapter 1, <http://dx.doi.org/10.5772/54629>, San Luis, Argentina, 2013
- [50] Quimer - Produtos Químicos Lda.; <http://quimer.pt/pt>, consultado em Setembro de 2015
- [51] Esteves, José Luís; “**Novos Materiais e Novas Estruturas**”; MIT Portugal, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Encontro Ciência 2009, 29-30 de Julho de 2009
- [52] Zanatta, Rodrigo; www.aviao.org/article/materiais-compositos, Materiais Compósitos na Aviação, aviação.org, Cultura Aeronáutica, 2012
- [53] PUC-Rio, Repositório institucional da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; “**Reforço Estrutural com Compósitos de Fibra de Carbono**”; Certificação Digital Nº 0221074/CA, www.maxwell.vrac.puc-rio.br/index.php, consultado em Setembro de 2015
- [54] Engineering.com; “**Biocomposites**”; www.engineering.com, consultado em Setembro de 2015
- [55] https://pt.wikipedia.org/wiki/Cura_u%C3%A1, Wikipédia, Curauá, consultado em Setembro de 2015
- [56] Amorim Cork Composites; “**Reinventing How Cork Engages The World**”; Janeiro de 2013
- [57] Borges, Sandro G.; “**Síntese e Caracterização de Resinas Fenólicas Líquidas do Tipo Novolaca Aplicáveis no Processo de Pultrusão**”; Dissertação em Engenharia, Escola de Engenharia, Programa de Pós-graduação em Engenharia de

Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004

- [58] www.boeing.com/features/2015/10/innovation-lightest-metal-10-15.page, Boeing, The Lightest Metal Ever, consultado em Outubro de 2015
- [59] Hemais, Carlos A.; “**Polímerose a Indústria Automobilística**”; Polímeros: Ciência e Tecnologia, volume 13, nº 2, p. 107-114, 2003
- [60] Szeteiová, Katarína; “**Automotive Materials Plastics in Automotive Markets Today**”; Institute of Production Technologies, Machine Technologies and Materials, Faculty of Material Science and Technology in Trnava, Slovak University of Technology Bratislava, 2010
- [61] Ascensão, Carlos; Ribeiro, Carlos; Filipe, João; Moreira, Jorge; Silva, Júlio; “**Materiais Usados Na Conceção De Um Automóvel – Que materiais poliméricos são utilizados e quais os respetivos componentes?**”; Projeto FEUP, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2010/2011
- [62] Caetano, Ulisses F.L.; “**Design Para o Bem Estar Aplicado no Desenvolvimento de Interiores Automotivos**”; Dissertação em Desing, Escola de Engenharia, Faculdade de Arquitetura, Programa de Pós-graduação em Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013
- [63] Brandão, Ana; Oliveira, César; Beleza, Filipa; Pinto, João; Couto, João; Mendes, Rodrigo; Correia, Vítor; “**Adesivos em Automóveis – Que adesivos se utilizam em automóveis e qual a sua função?**”; Relatório de Projeto FEUP, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Outubro de 2010
- [64] Ghassemieh, Elaheh; “**Materials in Automotive Application, State of Art and Prospects**”; University of Sheffield, UK, 2011
- [65] Sopher, Steven R.; “**Automotive Interior Material Recycling and Design Optimization for Sustainability and End of Life Requirements**”; JSP, SPE GPEC, 2008
- [66] Costa, Fábio R.; “**Situação Atual e Perspetivas de Utilização de Materiais no Interior de Aeronaves Executivas**”; Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, 2009
- [67] www.plascork-automotive.com, PLASCORK Automotive, consultado em Outubro de 2015

- [68] <http://life.inegi.up.pt>, LIFE- *Lighter, Integrated, Friendly and Eco-efficient Aircraft Cabin*, consultado em Outubro de 2015
- [69] Serta, Gabriel V.; Rocha, Juliano S.; “**Termoformadora a Vácuo Automatizada**”; Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, Departamento Acadêmico de Eletrônica e Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012
- [70] Das, Sujit; “**The Cost of Automotive Polymer Composites: A Review and Assessment of doe’s Lightweight Materials Composites Research**”; Energy Division, Oak Ridge National Laboratory, January 2001
- [71] Carvalho, Enéas G.; “**Inovação Tecnológica na Indústria Automobilística: Característicase Evolução Recente**”; Economia e Sociedade, Campinas, V. 17, nº3, Dezembro de 2008
- [72] Vieira, Paulo A.G.; “**Current Airframe Manufacturing Technologies in the Aeronautical Industry and Trends for Future Developments**”; Dissertação de Mestrado em Engenharia Aeronáutica, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Junho de 2013
- [73] Rodrigues, Fábio D.N.; “**Estudo Teórico-Experimental do Fabrico de Peças Poliméricas por Injeção**”; Dissertação em Engenharia Mecânica, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Outubro de 2010
- [74] Pinto, Ricardo J.F.; “**Injeção e Caracterização do Comportamento Mecânico de Polímeros Termoplásticos – Influência da Pressão de Injeção**”; Dissertação em Equipamentos e Sistemas Mecânicos, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Setembro de 2012
- [75] Capela, Fernando R.; “**Otimização de Sistemas Bi-material Obtidos por Moldagem por Injeção**”; Dissertação em Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Aveiro, 2011
- [76] Morita, Natália M.; Miranda, Carlos A.; “**Brief History and Presentation of the Possibilities of Rotational Molding Process for Processing of Thermoplastic Polymers**”; 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2010
- [77] Filipe, Pedro Carrilho; “**Automóvel e aeronáutica: parceria ou morte**”; Jornal Público, www.publico.pt, Julho de 2002
- [78] www.innovatechange.co.nz/news/2015/6/21/backcasting-from-scenarios, *Innovate Change – creative solutions for social issues*, consultado em Outubro de 2015

- [79] <http://w.interconsultoria.com.br/backcasting-e-a-estrutura-para-o-desenvolvimento-sustentavel-estrategico/>, Winter Consultoria – Gestão Empresarial, Gestão de Projetos e Gestão da Sustentabilidade, consultado em Outubro de 2015

Anexo I – Questionário



Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção

**Processos Tecnológicos de Interiores na Indústria
Automóvel e Aeronáutica**

Questionário a Empresas Fornecedoras de Componentes

Empresa: _____ Entrevistado: _____

Nº de anos na Empresa: _____ Formação: _____

Cargo: _____ Nº de anos no Cargo: _____

Nº de anos na Indústria Automóvel: _____

Nº de anos na Indústria Aeronáutica: _____

Questão 1

Quais os componentes de interiores que fabricam?

Questão 2

Para que clientes são esses componentes?

Questão 3

O tipo de componentes que produzem exige outras etapas de produção/montagem antes da montagem final?

Sim ☐

Não ☐

Se sim, quais?

Questão 4

Qual a dimensão da produção atual?

Questão 5

Que tipo de tecnologias utilizam?

Questão 6

E que tipo de materiais utilizam?

Questão 7

Como eram os componentes há 10 anos atrás?

No *design*/ forma/massa/volume: _____

Em materiais: _____

Em tecnologia de produção: _____

Outras diferenças: _____

Questão 8

Imagine daqui a 10 anos que alterações prevê nos componentes que fabrica?

No *design*/ forma/massa/volume: _____

Em materiais: _____

Em tecnologia de produção: _____

Outras diferenças: _____

Questão 9

Quais as implicações que terão essas alterações para a indústria instalada em portuguesa?

Questão 10

Quais são as vantagens e desvantagens de trabalhar para a indústria automóvel?

Questão 11

Quais são as vantagens e desvantagens de trabalhar para a indústria aeronáutica?

Anexo II – Tendências de Interiores de Automóveis: Salão Automóvel e Veículo Ecológico 2015





TTS COUPÉ

BMW



116 D



220 D



320 D



420 D



520 D



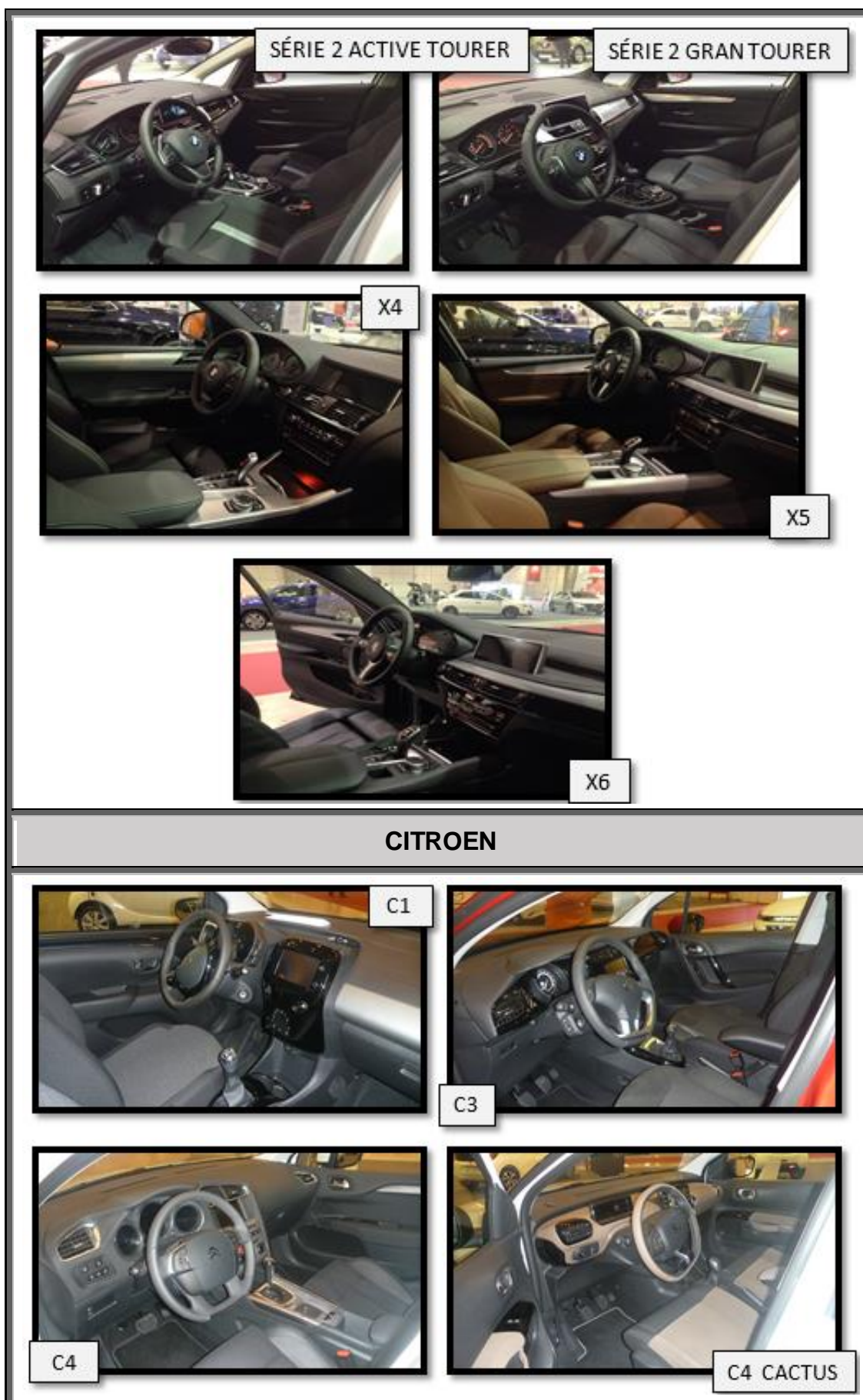
640 D



i3



i8





C4 PICASSO

DACIA



DUSTER



LODGY



LOGAN MCV



SANDERO STEPWAY

DS



3 RACING



3 CABRIO



4



4 CROSSBACK

5



FORD



ECOSPOR



FOCUS SW



KA



KUGA



MONDEO

HONDA



CIVIC



CIVIC TOURER



CR-V



HR-V



JAZZ



TYPE R

HYUNDAI



i30 1.4



i30 1.6



TUCSON

JAGUAR



XE



XF

JEEP



GRAND CHEROKEE



RENEGADE



WTANGLER

KIA

CARENS



CEE'D



OPTIMA



SORENTO



SOUL



VENGA

LAND ROVER



DISCOVERY SPORT



RANGE ROVER

RANGE ROVER EVOQUE



LEXUS



NX 300h



IS 300h



CT 200h

MAZDA



2



3



6



CX-5



MX-5

MERCEDES



A 45 AMG



AMG GT



CLA



CLASSE B ED



CLASSE C COUPÉ



GLC



GLR COUPÉ

MINI



3 PORTAS



5 PORTAS



JOHN COOPER WORKS



PACEMAN

MITSUBISHI



CROSS CITY



OUTLANDER

OUTLANDER PHEV



NISSAN

E-NV200



JUKE



LEAF



MICRA



NAVARRA



NOTE



X-TRAIL



CLUBMAN

OPEL

ADAM



ADAM S



ASTRA



ASTRA GTC



CASCADA



CORSA



CORSA OPC



INSIGNIA



MFRIVA



MOKKA



ZAFIRA



PEUGEOT

108



208 GTLINE



308



308 GTi



2008



3008



5008



ION



RXH



PORSCHE

911 CARRERA



BOXSTER



CAYENNE



MANCA



RENAULT

CAPTUR



CLIO



MEGANE



SCENIC





SPORT



TWINGO



ZOE

SEAT



ALHAMBRA



IBIZA



LEON CUPRA



Mii

SKODA



OCTAVIA



SUPERB BREAK

SMART

SPORT



TWINGO



TOYOTA

AURIS



AVENSIS



AYGO



COROLLA



GT 86



PRIUS PLUG-IN



VERSO



YARIS HIBRIDO



VOLSKWAGEN

CABRIOLET



CADDY



GOLF



GOLF GTE



SCIROCCO



SHARAN



TOUAREG



VOLVO



S60



V60

